



Norges miljø- og  
biovitenskapelige  
universitet

**Masteroppgave 2019 30 stp**

Fakultet for kjemi, bioteknologi og matvitenskap (KBM)

Judith Narvhus

## **Kvalitet på rømme: effekt av pulveranrikning og eksopolysakkarid- produserende syrekultur.**

Quality of sour cream: effect of powder enrichment and  
exopolysaccharide-producing starter culture.

Karima Eid Bacha

Matvitenskap – Produksjon og utvikling av næringsmidler



## Forord

Denne oppgaven er skrevet som en del av en toårig masterutdanning i Matvitenskap, retning Produksjon og utvikling av næringsmidler ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU). Oppgaven ble utført i Pilotanlegget og laboratorier til Fakultet for kjemi, Bioteknologi og Matvitenskap (KBM) våren 2019.

Det er mange mennesker jeg vil takke for tid, støtte og veiledning de siste fem månedene. Først og fremst vil jeg rette en stor takk til min hovedveileder, Professor Judith Narvhus (NMBU), for engasjement, planlegging, veiledning og god oppfølging under arbeidet med oppgaven. Jeg vil også rette en stor takk til biveileder, Førsteamanuensis Anne-Grethe Johansen (TINE og NMBU) for hjelp til den praktiske gjennomføringen av reologiske analyser, faglig innspill, veiledning og konstruktive tilbakemeldinger gjennom hele arbeidet med oppgaven. Takk til Professor Elling Olav Rukke (NMBU) for gode råd og veiledning under arbeidet med oppgaven. Jeg vil også takke Geirfinn Lund i Pilotanlegget for all god hjelp og teknisk assistanse. Tusen takk til TINE SA for økonomisk støtte av denne oppgaven. Jeg vil videre rette en ekstra stor takk til de ansatte på laboratoriet ved KBM for all god hjelp og råd, og for et hyggelig arbeidsmiljø. I tillegg vil takke samtlige ansatte og studenter som har deltatt i den sensoriske vurderingen av produktene.

Avslutningsvis vil jeg takke venner for støtte og daglig motivasjon gjennom dette semesteret, samt mine medstudenter for en fin tid på Ås.

Norges miljø- og biovitenskapelige universitet

Ås, mai 2019

---

Karima Eid Bacha



## Sammendrag

Kvalitetssegenskapene til rømme anrikt med forskjellige melkepulver og syrekulturer ble undersøkt for å øke forståelsen av rømmes kjemiske, reologiske og sensoriske egenskaper. Hensikten med oppgaven var å undersøke effekten på konsistenssegenskapene til lett rømme (18% fett) ved å øke proteinkonsentrasjonen ved å bruke to forskjellige meieripulver, skummetmelkepulver og kjernemelkpulver. Pulveret ble tilsatt i to nivåer, med hensikt å gi en proteinøkning på 0,5 og 1,0 %. Effekten av å bruke to mesofile DL-syrekulturer med og uten teksturgivende egenskaper, XT-313 og Probat 505, ble også undersøkt for å sjekke effekten av EPS produksjon på kvaliteten til rømme. Effekten av proteinanrikning og syrekultur kan kartlegge potensialet til melkepulverne og syrekulturene som en funksjonell ingrediens for forbedring av rømmes reologiske egenskaper.

Ti forskjellige rømmetyper (18% fett) ble fremstilt i forsøket, hvor fire av rømme-variantene ble anrikt med kjernemelkpulver, fire med skummetmelkepulver og to uten pulveranrikning. Rømmebasen ble varmet opp til 50°C før tilsetning pulver og lagret ved 4°C over natten for rehydrering. Rømmebasene ble homogenisert ved 165 bar og deretter varmebehandlet ved 95°C i 5 min. Halvparten av rømme-variantene ble inokulert med syrekulturen XT-313 og de resterende rømme-variantene ble inokulert med syrekulturen Probat 505. Etter inokuleringen, ble rømme inkubert ved 22°C i 20 - 26 t. Inkubasjonen ble stoppet ved pH 4,5 og rømme ble lagret ved 4°C i 6 til 8 dager før de reologiske og sensoriske analysene ble utført. Produksjonen av rømme i forsøket ble utført tre ganger.

Rømme med et økt proteininnhold hadde en signifikant høyere viskositet enn rømme uten en økning i proteininnholdet. Type syrekultur og melkepulver hadde ikke signifikant effekt på de reologiske egenskapene viskositet, gelstyrke og gel klebrighet. Dette gjaldt også for de sensoriske egenskapene viskositet, kremet og trådtrekkende tekstur.



## Abstract

The quality properties of sour cream enriched with various milk powders and starter cultures were examined to enhance the understanding of the chemical, rheological and sensory properties of sour cream. The objective of this study was to study the effect on consistency properties of low-fat sour cream (18% fat) by increasing the protein concentration using two different dairy powders, skim milk powder and buttermilk powder. The powder was added at two levels, intending to give a protein increase of 0.5 % and 1.0%. The effect of using two mesophilic DL-starter cultures with and without texturizing properties, XT-313 and Probat 505, was also studied to examine the effect of EPS production on the quality of sour cream. The effect of protein enrichment and starter cultures can map the potential of milk powders and starter cultures as a functional ingredient for improving rheological properties of sour cream.

Ten different types of sour cream (18 % fat) were produced in the experiment, where four of the variants were enriched with buttermilk powder, four with skimmed milk powder and two without powder enrichment. The cream base was heated to 50°C before addition of powder and kept at 4 °C overnight to rehydrate. The cream was homogenised at 165 bar at 65 °C and then heat treated at 95°C for 5 min. Half of the sour cream variants were inoculated with the starter culture XT-313 and the remaining sour cream variants were inoculated with the starter culture Probat 505. Following inoculation, the cream was incubated at 22°C for 20 - 26 h. Incubation was stopped at pH 4.5 and the sour cream was stored at 4°C for 6 to 8 d before the rheological and sensory analyses were performed. The production of the sour cream in the experiments was performed three times.

Sour cream with increased protein content had significantly higher viscosity than the sour creams without an increase in protein content. The type of starter cultures and milk powder did not have significant effect on the rheological properties of viscosity, gel strength and gel stickiness. This also applied to the sensory properties of viscosity, creaminess and ropy texture.





# Innholdsfortegnelse

<b>Forord</b> .....	I
<b>Sammendrag</b> .....	III
<b>Abstract</b> .....	V
<b>Forkortelser</b> .....	IX
<b>1 Innledning</b> .....	1
1.1 Bakgrunn for valg av emne .....	1
1.2 Problemstilling.....	2
<b>2 Litteraturoversikt</b> .....	3
2.1 Rømme.....	3
2.1.1 Fremstilling av rømme .....	3
2.1.2 Melkefett .....	7
2.1.3 Melkens proteiner .....	8
2.1.4 Syrekultur.....	10
2.1.5 Geldannelse.....	11
2.1.6 Eksopolysakkarider (EPS) .....	13
2.1.7 Lagringsstabilitet.....	14
2.2 Kjernemelk .....	15
2.2.1 Fremstilling av kjernemelk .....	15
2.3 Kjernemelkpulver (KMP) og Skummetmelkepulver (SMP).....	17
2.3.1 Fremstilling av Kjernemelkpulver (KMP) og Skummetmelkepulver (SMP).....	18
2.3.2 Anvendelse av SMP og KMP som ingrediens .....	19
2.3.3 Re-hydrering av pulver .....	20
2.4 Reologi.....	21
2.4.1 Viskositet .....	22
<b>3 Materialer og metoder</b> .....	23
3.1 Forsøksdesign .....	23
3.1.1 Undersøkelse av proteininnhold i KMP og SMP pulvere.....	24
3.1.2 Resept til fremstilt rømme.....	24
3.2 Produktfremstilling.....	26
3.2.1 Melkebehandling.....	26
3.2.2 Fremstillingen av rømme .....	26
3.2.3 Fettstandardisering .....	28

3.2.4 Tørrstoffanrikning.....	28
3.2.5 Homogenisering.....	28
3.2.6 Varmerbehandling.....	29
3.2.7 Inokulering av syrekulturer.....	30
<b>3.3 Analyser.....</b>	<b>30</b>
3.3.1 Prøveuttak.....	30
3.3.2 Sensoriske analyser.....	31
3.3.3 Reologi.....	32
3.3.4 Statistisk analyse.....	36
3.3.5 Prinspal komponent analyse (PCA).....	36
<b>4 Resultater.....</b>	<b>37</b>
4.1 Analyse av fett-, protein- og tørrstoffinnholdet.....	37
4.2 pH måling.....	41
4.3 Reologiske egenskaper hos rømme.....	42
4.3.1 Gelstyrke og gel klebrighet.....	43
4.3.2 Viskositetsmålinger.....	46
4.4 Sensorisk analyse.....	49
4.5 Principal Component analyse (PCA) og sammenhengs – analyse.....	56
<b>5 Diskusjon.....</b>	<b>57</b>
5.1 Kjemiske analyser av rømme.....	57
5.1.1 pH.....	57
5.1.2 Protein – og tørrstoffinnhold.....	58
5.2 Reologiske analyser av rømme.....	60
5.2.1 Gelstyrke og gel klebrighet.....	60
5.2.2 Rømmes viskositet.....	62
5.3 Sensoriske analyse av rømme.....	65
<b>6 Konklusjon.....</b>	<b>69</b>
<b>7 Videre arbeid.....</b>	<b>70</b>
<b>8 Litteraturliste.....</b>	<b>71</b>
<b>Vedlegg.....</b>	<b>76</b>

## Forkortelser

°C	Grader celsius
$\alpha$ -la	Alfa-laktalbumin
ANOVA	Analysis of Variance (Variansanalyse)
Ang.	Angående
$\beta$ -lg	Beta-laktoglobulin
Ca <sup>2+</sup>	Kalsium
Ca.	Circa
$\gamma$	Gamma
g	Gram
EPS	Eksopolysakkarid
$\eta$	Eta
$\kappa$	Kappa
KBM	Fakultet for Kjemi, Bioteknologi og Matvitenskap
KMP	Kjernemelkpulver
MSB	Melkesyrebakterier
$\mu$	Mikro
MFGM	Milkfat globule membrane (Fettkulemembran)
NaCl	Natriumklorid
NMBU	Norges miljø – og biovitenskapelige universitet
s	Sekunder
SMP	Skummetmelkepulver
PCA	Principal Component Analysis (Prinsippal Komponent Analyse)
pI	Isoelektrisk punkt
Pa·s	Pascal per sekund
$\sigma$	Sigma
$\tau$	Tau
t	Timer
TN	Total Nitrogen
TS	Tørrstoff



# 1 Innledning

## 1.1 Bakgrunn for valg av emne

I dagens samfunn har forbrukerne blitt mer opptatt av miljø og helse. Produktene som produseres skal være mer miljøvennlig med minst mulig utslipp og avfall. Det skal være en bærekraftig utvikling slik at dagens behov tilfredsstilles uten å ødelegge for fremtidige generasjoners muligheter til å tilfredsstille sine egne behov (Tjernshaugen & Olerud, 2008). Produktene skal være sunnere med et lavere fettinnhold, men også med et høyere proteininnhold. Forbrukerne har et økende fokus på at næringsmidler skal inneholde naturlige råvarer og være uten tilsetningsstoffer (E-stoffer). Dette har skapt utfordringer for næringsmiddelindustrien til å utvikle den samme kvaliteten på naturlige produkter som produkter med tilsetningsstoffer.

Rømme er et populært meieriprodukt som har ulike bruksområder i matlaging til f.eks. som dipp, sauser eller ved siden av matrettene for å få en syrlighet til maten. Det er et syrnet meieriprodukt som laget av en blanding av fløte med ulike fettkonsentrasjoner. Det er et viskøst og fyldig produkt med en kremhvitt og jevn overflate, der smaken har en mild balanse av syrlighet og smøraroma (Lyck et al., 2007; Meunier-Goddik, 2012; Narvhus et al., 2019). Rømme kan brukes f.eks. i kalde retter som Seterrømme eller varme retter som f.eks. Crème Fraîche. Seterrømme egner seg ikke til varme retter da den skiller seg, mens Crème Fraîche er mer varmestabil på grunn av et høyere homogeniserings trykk (Meunier-Goddik, 2012). I dag finnes det mange forskjellige rømmeprodukter med varierende grad av fettinnhold fra 10 til 38 %. Rømmes fysiske kvalitetsegenskaper vil variere i henhold til fettinnholdet, selv om produktene i stor grad brukes på den samme måten (Meunier-Goddik, 2012). Strukturen til rømme med et fettinnhold på 10-15 % vil være dominert av en proteinsyrefelt gel, mens rømme med fettinnhold på over 30 % fett vil være dominert av en gel struktur som inneholder koagulerte protein-dekkende fettkuler. Mens en rømme med et fettinnhold på 20 % vil hverken ha en tett syrefelt protein gel eller en høy tetthet av koagulerte proteindekkende fettkuler (Narvhus et al., 2019). Når fettinnholdet er lavt tilsettes det ofte tilsetningsstoffer av ikke-meieribaserte ingredienser som forskjellige hydrokolloider og eller emulgator for å opprettholde produktets kvalitet og brukerfunksjonalitet (Meunier-Goddik, 2012).

Valget av syrekultur i syrnede meieriprodukter vil påvirke produktets endelige tekstur, syrlighet og aroma. I meieriindustrien spiller bruken av teksturgivende syrekulturer en viktig rolle. Disse

syrekulturene er kjent for å inneholde eksopolysakkarid-produserende melkesyrebakterier (MSB). Eksopolysakkarider (EPS) er med på å forberede syrnede meieriproduktenes reologiske egenskaper som viskositet, tekstur og stabilitet (Folkenberg et al., 2005; Patel et al., 2012; Zannini et al., 2016). ESP er smakløst og har egenskaper som forlenger oppholdstiden av produktet i munnen (Patel et al., 2012). EPS kan brukes som et naturlig fortykningsmiddel og dermed reduserer bruken av tilsetningsstoffer. Funksjonalitet til EPS er avhengig av dens struktur og sammensetning (Ruas-Madiedo & De los Reyes-Gavilán, 2005).

Økning av proteininnholdet i meieriprodukter kan gjøres ved bruk av f.eks. biprodukter. Alle næringsmiddelprodusenter får noe som kalles for biprodukter, som kan defineres som en forutsigbar mengde av en fraksjon med kjent sammensetning. Mengden av biprodukter er en funksjon av råmaterialet og den benyttede fremstillingsmetoden, og mengden kan ikke reduseres da dette vil føre til mindre produkt av det produserte produktet (Tønseth, 2018). Kjernemelk er et eksempel på biprodukt som dannes fra smørproduksjonen. I 2017 ble det produsert 16,4 millioner liter kjernemelk, hvor 25,8 % av kjernemelken går til kjernemelkpulver produksjonen og ca. 32,2% inngår i produksjonen av Brelett i Norge (Johansen, 2018). For å skape en bærekraftig utvikling og tilfredsstille forbrukernes og samfunnets behov kan anvendelsen av kjernemelk redusere miljømessige utfordringer som er positivt for meieriindustrien (Masoud et al., 2015). Ved å spray-tørke kjernemelk til pulver og gjenbruks slik at pulveret benyttes som en næring - og funksjonell matingrediens kan biproduktets økonomiske verdi økes og kostnader for avfallsdisponering reduseres.

## 1.2 Problemstilling

Formålet med oppgaven var å undersøke effekten på konsistensegenskaper av proteinøkning av rømme med melkepulver (kjernemelkpulver sammenlignet med skummetmelk) og syrekultur (Probat 505 sammenlignet med XT-313). Rømmen hadde et fettinnhold på 18 % og konsentrasjon av melkepulverne varierte for å oppnå en proteinøkning på 0,5 % og 1,0 %. Disse ble sammenlignet med rømme fremstilt uten pulveranrikning. Det ble benyttet DL-syrekulturer, hvor syrekulturen XT-313 var teksturgivende. I tillegg ble tre kommersielle rømmetyper, TINE Lett Rømme, TINE Lett Crème Fraîche og Q-meieriene Lett Rømme undersøkt. Effekten av syrekultur og melkepulvere ble undersøkt ved å kartlegge rømmes kjemiske, sensoriske og reologiske egenskaper. Dette ble sammenlignet med de kommersielle rømmeproduktene.

## 2 Litteraturoversikt

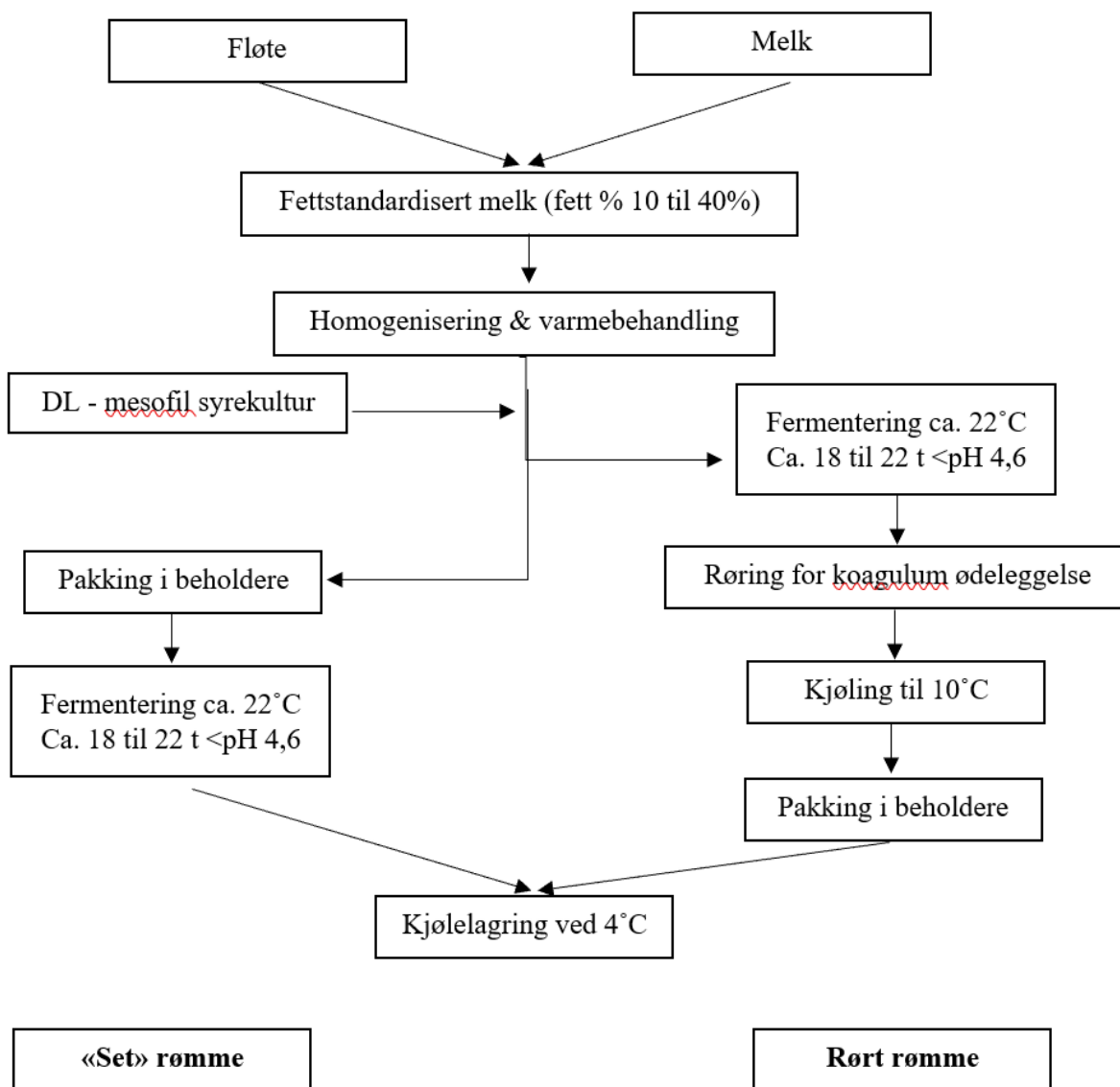
### 2.1 Rømme

Rømme av høy kvalitet er viskøs med en glansfulloverflate og en distinkt melkesyre smak og velbalansert smørlignede (diacetyl) aroma og andre flyktige forbindelser. Den rette balansen mellom syrlighet og smøraroma gjør rømme av høy kvalitet til et behagelig tilbehør til mange andre matretter (Costello, 2009). Konsistensen til rømme burde være fast, glatt og homogen med en kremhvitt farge. I en uforstyrret emballasje skal den være fri for myseutskillelse (Costello, 2009; Meunier-Goddik, 2012).

Rømme fremstilles ved melkesyrefermentering av fløte ved hjelp av en tilsatt syrekultur. Laktosen i fløten blir omdannet til melkesyre og en syrefelt gel dannes. Under melkesyrefermenteringen senkes pH i melken. Syrningen bidrar til en koagulering av melkeproteinene, og melkefettet blir innlemmet i kaseinmatriksen. Syrekulturen som benyttes i rømme er en DL-kultur som består av en blanding av mesofile stammer av melkesyrebakterier som både er syre og aromaprodusenter (Meunier-Goddik, 2012). Mesofile bakterier har best vekst optimum ved temperaturer mellom 20 til 45 °C (Walstra et al., 2005a). Dette betyr at valget av syrekulturen er viktig for produksjonen av rømme med en høy kvalitet. En annen viktig faktor for å oppnå god kvalitet på rømme er fløten som dannes under separeringen av melk. Etter separeringen vil melkefettet være fordelt som en olje-i-vann emulsjon. Fløte har et høyt fettinnhold og er derfor utsatt for lipolytiske prosesser som kan bidra til uønsket harsk smak. Dette fører til et behov for varmebehandling umiddelbart etter homogenisering. Etter fermenteringen er det viktig å behandle den ferdige rømmegelen med forsiktighet for å bevare teksturen på rømme best mulig (Meunier-Goddik, 2012; Walstra et al., 2005a).

#### 2.1.1 Fremstilling av rømme

Rømme kan være syrnet i emballasjen («set» rømme) eller syrnet på tank før tapping i egnet emballasje (Rørt rømme). Q-meierienes rømmeprodukter er eksempler på «Set» rømme. Et generelt flytskjema for fremstillingen av rømme vises i Figur 1 **Feil! Fant ikke referansekilden.** (Narvhus et al., 2019).



Figur 1. Flytskjema for fremstilling av rømme (Narvhus et al., 2019).

Det første steget i prosessen er en fettstandardisering, der melken og fløten blandes til en ønsket fettprosent. Hvis det skal tilsettes noen ekstra ingredienser kan disse enten tilsettes før eller etter fettstandardiseringen (Meunier-Goddik, 2012).

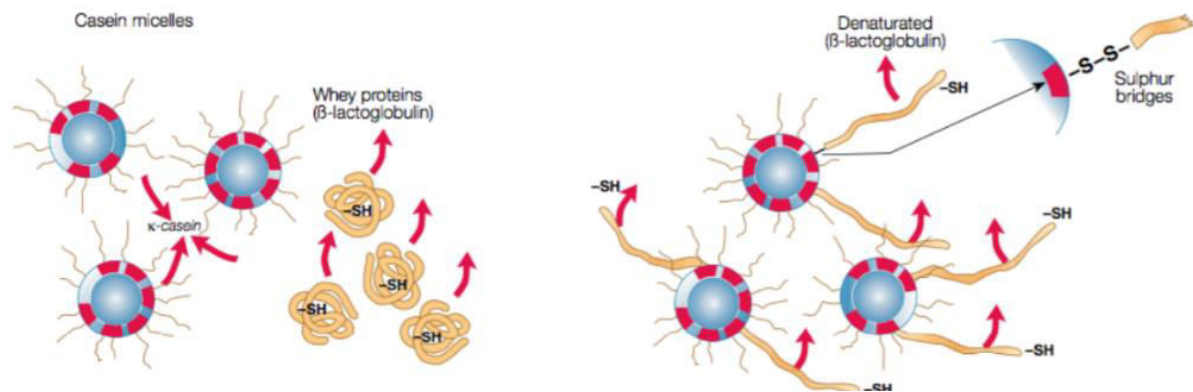
#### 2.1.1.1 Homogenisering og varmebehandling

Før homogeniseringen varmes fløten med standardisert fettinnhold opp til ca. 65 °C (Meunier-Goddik, 2012). Hensikten med homogeniseringen er å stabilisere fettfasen i fløten, slik at det ikke forekommer en oppfløtning av fett under fermenteringen og lagring ettersom dette kan forstyrre gelnettverket. Fettet forekommer som små kuler (diameter 0,1-10 µm) dispergert i



serumfasen i melken, der fettet er omringet av en tynn membran som består ca. 70 % protein og ca. 25 % fosfolipider. Denne membranen kalles for melkefettkulemembranen (MFGM). Ved homogenisering reduseres fettkulenes størrelse, mens fettkuleoverflaten økes (Dewettinck et al., 2008; Holzmüller et al., 2016; Holzmüller & Kulozik, 2016; Narvhus et al., 2019). Reduksjonen på fettkulenes størrelse er avhengig av homogeniseringstrykket. Hvilket trykk som brukes ved homogeniseringen bør justeres ifølge fløtens fettinnhold. I følge Bylund (2015) anbefales det for fløte med fettinnhold på 10 til 12 % et homogeniseringstrykk på 150-200 bar, mens fløte med et fettinnhold på 20 – til 30 % burde homogeniseringstrykket være på 100-120 bar (Narvhus et al., 2019). Homogeniseringen kan også forekomme etter varmebehandlingen, men da kan det være en risiko for at det forekommer en kontaminering. De nye fettkulene som dannes etter homogeniseringen dekkes av en ny fettkulemembran som hovedsakelig består av kasein og myseproteiner da det ikke er tilstrekkelig MFGM materiale til å dekke de nye dannede fettkulene. Den nye membranen kalles for sekundær membran (Huppertz & Kelly, 2006). Fettkulene med den nye membranen vil oppføre seg som protein under syrningen og interageres i kasein gelnettverket. Homogenisering av fløten vil hindre fettseparering under lagring av rømme, forbedre konsistensen, redusere myseutskillelsen og rømme vil ha en hvitere overflate (Meunier-Goddik, 2012; Walstra et al., 2005a). Mer informasjon om melkefett og MFGM beskrives i delkapittelet *2.1.2 Melkefett*.

Etter homogeniseringen vil fløten gjennomgå pasteurisering ved en temperatur mellom 90-95°C i 3 til 5 minutter. Det er flere grunner til at temperaturen på pasteuriseringen her er høyere enn vanlig pasteurisering med en temperatur på 72°C i 15 sekunder. Det er ikke bare for å inaktivere patogene mikroorganismer og enzymer i melka (f.eks. lipase), men også for å denaturere myseproteinene  $\beta$ -laktoglobulin ( $\beta$ -lg) og  $\alpha$ -laktalbumin ( $\alpha$ -la) (Bylund, 1995; Meunier-Goddik, 2012; Narvhus et al., 2019; Richards & Fearon, 2003; Walstra et al., 2005a). Ved denatureringen av  $\beta$ -lg vil det frigjøres frie SH-grupper (tiol-grupper) som vil reagere med andre komponenter, og den blir reaktiv. Denaturert  $\beta$ -lg vil bindes til  $\kappa$ -kasein som befinner seg på overflaten til kaseinmicellen via disulfid bindinger (Walstra et al., 2005a) som vises i Figur 2. Overflaten til micellene blir hydrofil og det dannes et proteinkompleks med økt vannbindingsevne, redusert myseutskillelse og kaseinmicellene vil være mer stabil. Dette vil også føre til en dannelse av en stabil koagulert gel under syrningen (Guinee et al., 1993).



Figur 2. Denaturert  $\beta$ -lg interaksjon med  $\kappa$ -kasein (Bylund, 1995).

Myseproteinet  $\alpha$ -la vil også denatureres ved varmebehandlingen og denne vil bindes til  $\beta$ -lg via svovelbindinger som er bundet til  $\kappa$ -kasein. Mer informasjon om melkeproteinene beskrives i delkapittel 2.1.3. *Melkens proteiner*.

### 2.1.1.2 Fermentering

Etter varmebehandlingen kjøles fløten (rømmebasen) ned til en temperatur på 20 – 22°C. Etter nedkjølingen pumpes fløten enten videre til en fermenteringstank eller til en tappe tank før en mesofil DL-syrekultur tilsettes. Det er her skille mellom rømmetyperne «Set» rømme og Rørt rømme forekommer. En «Set» rømme er rømme som tappes i salgsemballasjen like etter inokuleringen av syrekultur. Fermenteringen forekommer i emballasjen og rømmes koagulerete gel forblir urørt. Etter endt syrning, nedkjøles rømme. Rørt rømme er rømme som inokuleres og fermenteres i en tank. Når rømme er ferdig syrnet brytes gelen ved forsiktig røring. Deretter kjøles rømme ned før den tappes i salgsemballasjen og kjølelagres. En viss forbedring av tekstur oppnås under kjølelagring (Meunier-Goddik, 2012; Walstra et al., 2005a).

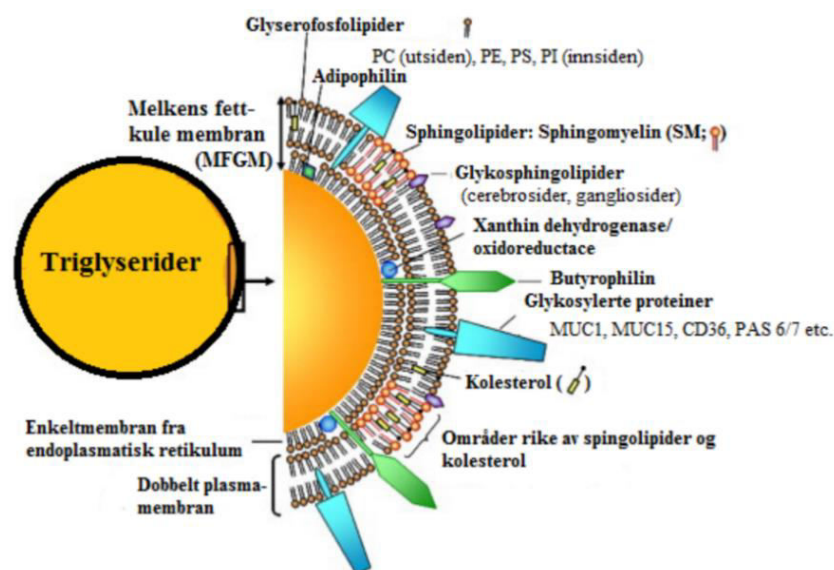
Etter inokulering av syrekulturen er det viktig det utføres en fullstendig røring, slik at all syrekulturen blir godt blandet med rømmebasen. Fermenteringen forekommer ved en temperatur på 22°C, og varer i ca. 18 - 22 t til ønsket pH < 4,6 er oppnådd (Meunier-Goddik, 2012; Narvhus et al., 2019). Fermenteringstemperaturen vil variere litt mellom meieriene, der en høyere temperatur vil gi en raskere fermentering enn en lavere fermenteringstemperatur. Temperaturen kan ikke være for høy eller lav da dette vil inhibere MSB melkesyreproduksjon. Under fermenteringen dannes det gradvis laktat (melkesyre) som produseres av de tilsatte melkesyrebakteriene (MSB) og pH i rømmebasen synker. Det dannes en gel når rømmebasens pH er lavere enn det isoelektriske punktet til kasein (pI 4,6-4,8) (Lucey & Singh, 2003;

Meunier-Goddik, 2012; Walstra et al., 2005a). Mer informasjon om DL-syre kulturen beskrives i 2.1.4 *Syre kultur* og gel dannelsen beskrives i 2.1.5 *Gel dannelse*.

Fermenteringen avsluttes når ønsket pH er oppnådd, ved å senke temperaturen. Rømme kjøles ned til en temperatur på mellom 8 til 12°C, slik at syrekulturens aktivitet reduseres før evt. emballering i egnede beholdere. Den endelige nedkjølingen forekommer ved 4°C og produktet lagres ved denne temperaturen og rømmes viskositet bevares (Meunier-Goddik, 2012; Narvhus et al., 2019).

### 2.1.2 Melkefett

Fett i melk består ca. 98 % av triglyserider med fosfolipider, kolesterol, mono- og diacylglyseroler og frie fettsyrer. Det er også spor av fettløselige vitaminer (A, D, E og K),  $\beta$ -karoten og komponenter som er smaksgivende. Triglyserider er uløselige i vann da de er ikke-polare molekyler. De er enkle molekyler som består av et glyserolmolekyl som bundet via esterbindinger til tre fettsyrer (Taylor & MacGibbon, 2011). Nesten all fett i melk er organisert i små fettkuler med en diameter mellom 0,1-15  $\mu\text{m}$ , der fettkulene er dispergert i serumfasen. Fettkulene er omgitt av et ytre membranmateriale som kalles for melkens fettkulemembran (MFGM) (Walstra et al., 2005a). MFGM består av en kompleks blanding av proteiner, fosfolipider, glykoproteiner, sphingolipider, triglyserider, kolesterol, enzymer og andre mindre komponenter, som f.eks. kobber (Dewettinck et al., 2008; Taylor & MacGibbon, 2011; Walstra et al., 2005a). Strukturen til MFGM består av tre lag, der sammensetningen vises i Figur 3.



Figur 3. Melkefettkulenes membranmateriale (MFGM) sammensetning (Lopez et al., 2010).

Det øverste laget i MFGM består hovedsaklig av proteiner og glykolipider som omgir de intracellulære nøytrale lipidene. MFGM består også av en dobbel membran, der halvparten av fosfolipidene er enten integrert i membranen eller tilknyttet den. Membranlipidene er hovedsakelig polare lipider, slik som fosfolipidene og sphingolipider som er amfipatiske molekyler med en hydrofil hodegruppe og hydrofob hale, der to fettsyrer er forestret til glyserol, mens den tredje hydroksylgruppen i glyserol er fosforylert til et molekyl som binder seg til en ladet gruppe (Dewettinck et al., 2008; Zanabria & Corredig, 2011). I følge Contarini og Povoło (2013) er det anslått at ca. 40 polypeptider er tilknyttet MFGM, hvor mange av disse er enzymer. Av alle proteinene i melka utgjør membranproteinene bare ca. 1-3 % (Contarini & Povoło, 2013; Narvhus et al., 2019).

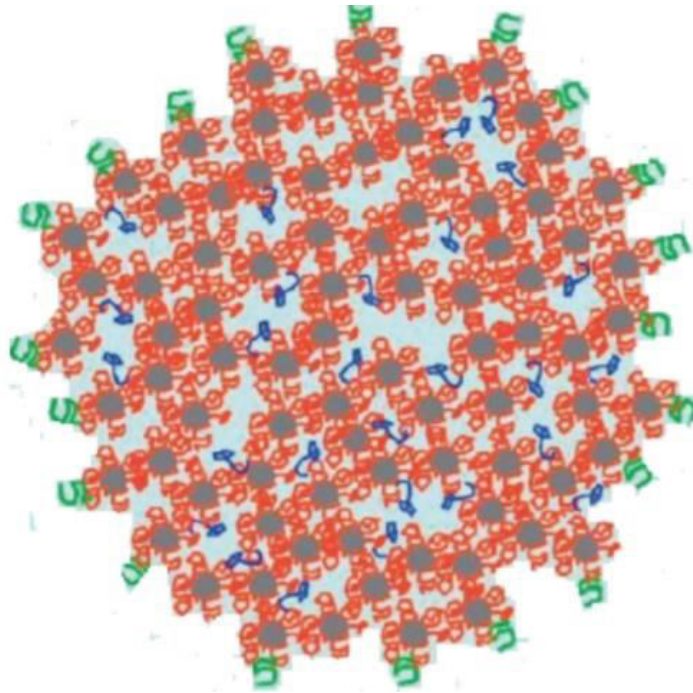
### 2.1.3 Melkens proteiner

Kumelk inneholder ca. på 3,5 % proteiner som består av kaseiner og myseproteiner (Walstra et al., 2005a). Det er kaseiner som har hovedrollen for dannelsen av en syrefelt gel, derfor vil kaseinene bli dypere omtalt i dette delkapittelet.

Kaseiner utgjør ca. 80 % av melkens proteiner i melk fra kyr, men mengden varierer mellom art. Kaseinproteiner består av  $\alpha$ 1-,  $\alpha$ 2-,  $\beta$ - and  $\kappa$ -kasein, hvor forholdet mellom disse utgjør ca. 4:1:4:4 i kumelk. De forekommer som kuleformede aggregater av kolloidale suspensjoner kjent som kaseinmiceller med størrelse som varierer fra 40 – 300 nm (Guinee et al., 1993; O'Connell & Fox, 2000). Kaseinmicellene er komplekse med kalsium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) som er kovalent bundet til fosfatgrupper (Kalsiumfosfatgrupper, CCP), uorganisk fosfat og sitrat. Disse kovalente bindingene er sterke ved basisk pH. Isoelektriske punkt (pI) til kaseinmicellene er mellom 4,6 til 4,8, og molekylvekten varierer mellom 19 til 25 kDa (Banks & Horne, 2003; O'Connell & Fox, 2000; Walstra et al., 2005a).

Fosfor innholdet hos kasein utgjør mellom 0,7-0,9% og disse er kovalent bundet til kaseinet via serin-ester bindinger (Banks & Horne, 2003; O'Connell & Fox, 2000). Dette er hovedårsaken til at kaseinemicellene har en høy negativ ladning. Av kaseinproteinene er det  $\kappa$ -kasein som inneholder lite fosfat og den binder kationer svakt, men den inneholder også et hydrofilt glykomakropeptid. Kaseinene er også hydrofobe med mange proliner og få cystein aminosyrer. Strukturen består av en blanding med ulike hydrofobe/hydrofile sekvenser, der mange av de hydrofobe gruppene er eksponert slik at det dannes hydrofobe bånd mellom molekylene

(Walstra et al., 2005a). Kaseiner er svært varme stabile da de ikke danner mer enn korte lengder av  $\alpha$ -heliks struktur og har en liten forekomst av tertiær struktur i kaseinmicellen. Det finnes ikke en universell modell som beskriver oppbygning til kaseinmicellen, men det har blitt foreslått ulike modeller av submicelle modeller opp gjennom årene der (O'Connell & Fox, 2000). Dalglish (2011) har foreslått modellen som er den alminnelige aksepterte strukturen av kaseinmicellens oppbygning som vises i Figur 4.



*Figur 4. Kaseinmicelle. Kalsiumfosfat (grå),  $\alpha$ 1-kasein (rød), mobilt  $\alpha$ 2-kasein (mørkeblå) og negative hår på  $\kappa$ -kasein (grønn) er vist i micellen (Dalglish, 2011).*

Under kjølelagring av melk vil det forekomme en lekkasje av  $\beta$ -kasein og kolloidalt kalsiumfosfat (CCP) til serumfasen fra kaseinmicellene, mens ved varmebehandling vil denne nesten reverseres fullstendig (De Kruif & Holt, 2002; Walstra et al., 2005a). I følge Bylund (1995) skjer dette da  $\beta$ -kasein er det mest hydrofobe kaseinet og ved en senkning av temperatur vil de hydrofobe interaksjonene svekkes.

Under syring vil pH senkes og fosfat oppløses som fører til svakere bindinger. Kaseinmicellene vil da svulle opp samtidig som oppløsning av kaseinene. Ved kaseinenes isoelektriske punkt er tiltrekningskraften mellom kaseinmicellene sterkest og det er her den minst løselig (Walstra et al., 2005a).

Myseproteiner er globulære proteiner som utgjør ca. 20 % av melkens protein, og den består av  $\beta$ -laktoglobulin (50 %),  $\alpha$ -laktalbumin (20 %), serum albumin og immunoglobulin. De globulære proteinene er preget av sekundære, tertiære og kvartnære strukturer. Strukturen i

proteinene blir stabilisert av intramolekylære disulfidbindinger (Walstra et al., 2005a). I melk er myseproteinene i en kolloidal løsning, mens kaseinene er i en kolloidal suspensjon. Kaseinene er fosforlyserte kolloidaler som gjør de sensitive mot  $\text{Ca}^{2+}$ , noe som ikke myseproteinene er. Kolloidale systemer destabiliseres av salter ved å endre vannbindingsevnen og løseligheten reduseres. Ved høye temperaturer vil myseproteinene denatureres og det forekommer en utfolding som gir en økt interaksjon mellom melkeproteinene (O'Connell & Fox, 2000; Walstra et al., 2005a).

#### 2.1.4 Syrekultur

Ved fremstillingen av rømme benyttes det en mesofil DL-syrekultur som inneholder både syre- og aromadannende melkesyrebakterier (MSB) (Meunier-Goddik, 2012). Der *Lactococcus (Lc) lactis* subspecies (ssp) *lactis* og *Lc. lactis* ssp. *cremoris* er syreprodusenter, mens *Lc lactis* ssp. *lactis* biovar. *diacetylactis* og *Leuconostoc mesenteroides* ssp. *cremoris* er aromaprodusenter (Walstra et al., 2005a).

MSB har både homo- og heterofermentative melkesyrefermentering. Ved homofermentering vil laktosen omdannes til laktat, mens ved heterofermentering vil laktosen omdannes til laktat, etanol,  $\text{CO}_2$  og eddiksyre. Noen MSB har i tillegg en sitratmetabolisme. Sitratmetabolismen forekommer dersom laktoseomsetningen er tilgjengelig, og det dannes acetat,  $\text{CO}_2$ , diacetyl, acetoin og 2,3-butandiol. I DL-kulturen er det *Lc lactis* ssp. *lactis* biovar. *diacetylactis* og *Leuconostoc mesenteroides* ssp. *cremoris* som er sitratforgjærere. Diacetyl er den aromakomponenten som assosieres med rømmesmak (Meunier-Goddik, 2012). *Leuconostoc mesenteroides* ssp. *cremoris* reduserer acetaldehyd til etanol. Acetaldehyd blir sett på som en uønsket smak i rømme, mens i yoghurt er acetaldehyd assosiert som yoghurt smak. Videre vil pH i rømme synke ved økt laktatproduksjon (Walstra et al., 2005a), og det dannes en gel som beskrives i delkapittelet 2.1.5. *Geldannelse*.

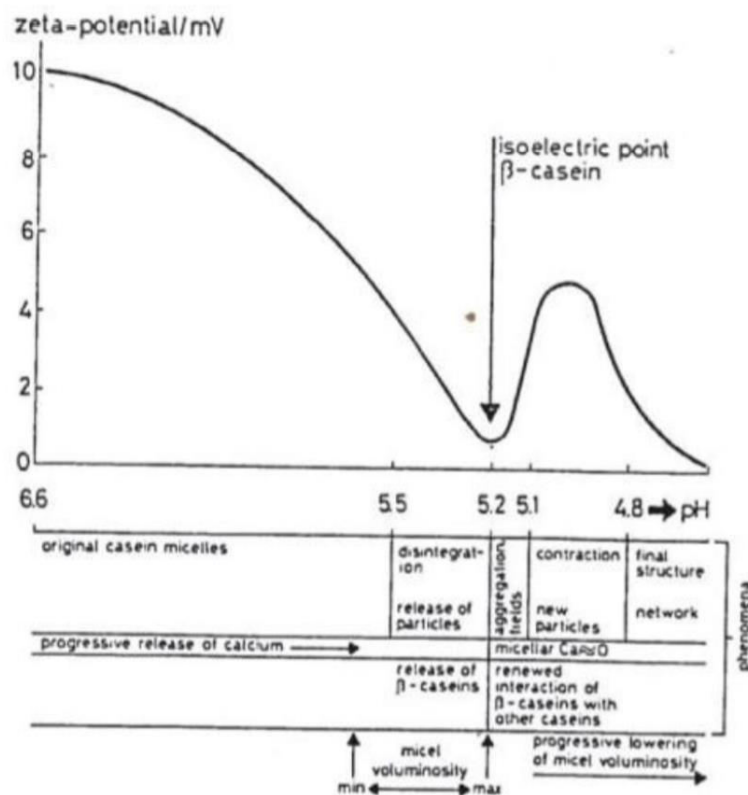
For å sikre en balansert vekst av syre- og aromadannende MSB burde fermenteringen forekomme ved en temperatur på 20-22 °C. En høyere inkubasjonstemperatur vil favorisere veksten av *Lc. lactis* ssp. *lactis* som fører til et produkt med en høyre syrlighet og lite dannende aromakomponenter (Walstra et al., 2005a). Det er viktig med en fin balanse av syrlighet, viskositet og aromadannede bakterier for å oppnå en rømme med en god kvalitet, men balansen mellom tilgjengelige kommersielle stammer varierer (Savoie et al., 2007).



Valget av syrekultur vil påvirke produktets endelige tekstur, syrlighet og aroma. Enkeltstammer av MSB kan øke viskositeten til produktet gjennom produksjonen av eksopolysakkarider (EPS) (Folkenberg et al., 2005). Mer informasjon om EPS beskrives i delkapittel 2.1.6 Eksopolysakkarider (EPS).

### 2.1.5 Geldannelse

Under fermenteringen produseres det laktat og pH i melken senkes gradvis fra 6,7 til  $\pm 4,5$ , og en syrefelt proteingel dannes. Grunnen til dette er at ladningen til kaseinmicellene nøytraliseres av hydrogenioner som dannes under produksjonen av melkesyre som fører til micellenes ladning synker; zeta-potensiale (Heertje et al., 1985; Oberman & Libudzisz, 1998) som vises i Figur 5. Den syre-dannede gelen består av aggregerte kaseinmiceller via hydrofobe interaksjoner. Myseproteinene og fettkulene er del av gelen på grunn av samspillet mellom kaseinene på fettkulene med restene av kaseinene. Når pH senkes vil CCP fra kaseinmicellen lekke ut til serumfasen og ved pH 5,25 er denne lekkasjen komplett (Walstra et al., 2005a). Micellen vil miste mer av  $\text{Ca}^{2+}$  ved en pH rundt det isoelektriske punktet til kaseinene (pI 4,6-4,8), men dette gjelder ikke for organisk fosfat (Guinee et al., 1993). Når pH har passert det isoelektriske punktet dannes gelen, da kaseinene er minst løselige ved det isoelektriske punktet.



Figur 5. Sammenhengen mellom pH i melk og zeta-potensialet (Heertje et al., 1985).

Koaguleringssevnen og hastigheten er påvirket av faktorene varmebehandling, homogenisering, inkubasjonstemperatur, pH, innholdet av kaseiner, ionisk styrke og fettinnholdet. Ved en høyere temperatur vil gel dannelsen skje raskere, men gelen som dannes vil ha en økt sannsynlighet for myseutskillelse. Gel fastheten (styrken) blir svakere på grunn av mer omorganisering av kaseinpartiklene i nettverket enn i en gel som dannet ved en lavere temperatur. Geldannelsen kan forekomme ved en høyere pH når temperaturen er høyere, men ved en temperatur på 4°C vil det ikke forekomme en koagulering av kaseiner. Gelen som dannes ved syrekoagulering vil ha en maksimal fasthet ved en pH på 4,6 og en langsommere syrning vil gi en gel som er litt fastere. Ved en høy ionisk styrke som f.eks. 0,1M NaCl vil kaseinproteiene ikke koagulere ved en pH på 4,6 da de elektrostatiske ladningene endres (Lucey & Singh, 2003).

Hvilken pH proteinene i fløten eller melken begynner å koagulere er delvis avhengig av varmebehandlingen. Under varmebehandlingen vil myseproteinene denaturere noe som øker mengden vannbindende proteiner og myseutskillelsen minkes (synerese) (Walstra et al., 2005a). I følge Lucey og Singh (2003) minker gelerings tiden tilstrekkelig i melk som er varmebehandlet ved høy temperatur (>80°C). Ved en temperatur over 78 °C i minimum 15 min vil det være nok denaturert myseprotein til at geldannelsen skjer raskere ved en høyere pH. Grunnen til dette er at denaturert myseprotein  $\beta$ -lg bindes til  $\kappa$ -kaseinet på kaseinmicellen så fører til et høyere isoelektrisk punkt. Gelens fasthet økes av disulfid-kryssbindinger med kaseintråder. Ved en lav varmebehandling (~65°C) dannes det en svakere gel på grunn av utilstrekkelig denaturering av myseproteinene ( $\beta$ -lg). Mens ved en varmebehandling på 90-95°C i 5 til 10 minutter vil ca. 80 % av  $\beta$ -lg være denaturert (Tamime & Robinson, 1999). De elektrostatiske frastøtningene vil være lavere ved en lavere pH som gir større hydrofobe interaksjoner, og gelen som dannes vil være fastere og synerese reduseres.

Homogeniserte fettkuler er dekt av både kasein og myseproteiner. Under syrningen vil disse opptrer som et pseudoprotein da melkeproteinene som dekker fettkulene deltar i nettverket til syrefelte proteingelen. Hvor mye proteiner som dekker fettkulene er avhengig av homogeniseringstrykket. Under homogenisering vil fettkulenes MFGM erstattes med kasein og noe denaturert myseprotein. Et høyere homogeniseringstrykk gir flere fettkuler dekket med melkeprotein og viskositeten vil også øke da overflaten til fettpartiklene vil interagere med det protein dannede gel nettverket (Lucey & Singh, 2003).



### 2.1.6 Eksopolysakkarider (EPS)

Under fermenteringen produseres ekstracellulære polysakkarider (EPS), enten som i form av slim eller som et lag som er løst festet til bakteriecellen eller nær den. Et bredt spekter av MSB er i stand til å produsere EPS med forskjellige egenskaper og kjemiske sammensetninger (Caggianiello et al., 2016). MSB produserer EPS *in situ* som lange kjeder av homo – eller heteropolysakkarider. Polysakkaridene har et varierende innhold av forgrenede enheter av sukkere eller sukkerderivater som glukose, galaktose, fruktose, mannose, N-acetylglucosamine, N-acetyl galactosamine og rhamnose (Caggianiello et al., 2016; Ruas-Madiedo & De los Reyes-Gavilán, 2005; Zannini et al., 2016). MSB er ansett som trygge, og derfor betraktes EPS fra MSB som en naturlig fortykningsagent (Ruas-Madiedo & De los Reyes-Gavilán, 2005). Enkelte stammer av *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* kan produsere slimdannende heteroeksopolysakkarider. Hvor mye EPS som produseres er avhengig av sammensetningen til vekstmediumet, MSB stammer og vekst betingelser som pH, temperatur, oksygenspenning og inkuberingstiden (Patel et al., 2012). Utbyttet av EPS kan variere fra 0,150-0,600 g/L under optimale vekstforhold for hetero-EPS produserende MSB, mens under ikke optimale vekstforhold varierer det fra 0,045 til 0,350 g/L (Degeest et al., 2001). I følge Degeest et al. (2001) vil utbyttet av EPS være størst ved en optimal balanse mellom karbon og nitrogenkilder, hvor karbon brukes til energigenering og nitrogenkilder er for vekst (cellesyntesen).

Ved å bruke EPS produserende bakterier kan produkter med lav viskositet, skjør gelnettverket eller høy synerese (myseutskillelse) forbedres, som f.eks. i yoghurt (Degeest & De Vuyst, 1999). London et al. (2015) fant ut at EPS var med på å forberede teksturen og de reologiske egenskaper til yoghurten uten å påvirke starterkulturen. EPS vil interagerer med proteinmatriksen som gjør at det dannes et finere nettverket, og viskositeten og vannbindingsevnen økes. De reologiske egenskapene ble endret ved at EPS gav proteinmatriksen en trådtrekkende tekstur (Caggianiello et al., 2016). Likevel så er ikke konsentrasjonen av EPS i produktet korrelert med teksturens trådtrekkende karakter. EPS som foreligger som et lag festet til overflaten av bakteriecellen vil gi produktet en mindre trådtrekkenhet enn EPS som er frigjort som slim som ligger fordelt i hele produktet (Duboc & Mollet, 2001; Ruas-Madiedo & De los Reyes-Gavilán, 2005). Gelnettverk med EPS er bestående av en proteinmatriks sammensatt av kaseinmiceller i klynger og kjeder, med denaturerte  $\beta$ -lg som vedheng på  $\kappa$ -kasein. Fettet vil også være innesluttet i kaseinnettverket. Proteinmatriksen vil inneholde små hulrom hvor de trådtrekkende materialene finnes og disse

er festet til nettverket av proteiner. Syneresen hindres på grunn av de trådrekkende materialer som finnes hulrommene, men også en omgruppering av gelen (Tamime et al., 2006).

Studier har også vist at meieriprodukter som er fermentert av en EPS-produserende syrekultur får en høyere viskositet og mindre synerese enn meieriprodukter fermentert av syrekultur uten EPS-produserende MSB (Caggianiello et al., 2016; Duboc & Mollet, 2001; Libudzisz & Stepaniak, 2002). Dette viser Adapa og Schmidt (1998) i sin forskning der de fant ut at rømme med et lavt fettinnhold fermentert av EPS-produserende MSB hadde en høyere viskositet og var mindre utsatt for synerese.

#### 2.1.7 Lagringsstabilitet

Rømme har en holdbarhet på rundt 25 til 45 dager ved + 2 – 4 °C, men ifølge Warren (1987) kan den ha en holdbarhet opptil 6 uker forutsatt at den er urørt og lagret ved 4 °C (Meunier-Goddik, 2012). Under lagring vil de sensoriske egenskapene endres. Dette er noe Folkenberg og Skriver (2001) har sett på i sin studie, der de skriver at en kjølelagring under ideelle betingelser etter 28 dager vil gi en prikkete munnfølelse med økt bitterhet og syrlig lukt. I virkeligheten vil rømme bli påvirket av distribusjon (til utsalgsstedet og fra utsalgsstedet til hjemmet etc.), og ulik lagringstemperatur fra butikk til konsumenten som sannsynligvis reduserer holdbarheten til rømme under 28 dager.

En av de viktigste faktorene som avgjør rømmes holdbarhet er kvaliteten på fløten. Hvis fløten ikke har en bra kvalitet kan det utvikles en rask uønsket smak i rømme. Fløtens kvalitet påvirkes av to parameter, melkas kvalitet og melkens forvarming (Folkenberg & Skriver, 2001; Meunier-Goddik, 2012). Det som definerer melk av god kvalitet er at det har et lavt bakterieantall og kyrene melka kommer fra er friske. Selv om melka er god kvalitet kan det forekomme kontamineringer, derfor er det viktig at melka kjøles raskt ned og holder denne temperaturen før pasteuriseringen. Under kjølelagring kan veksten til psykrotrofe bakterier øke og derfor er det lurt med en kortest mulig tid mellom melkingen og pasteuriseringen (Meunier-Goddik, 2012; Walstra et al., 2005a). Selv om det er fremstilt en fløte av god kvalitet kan holdbarheten var knyttet til smaksdefekter som skyldes vekst av mugg og gjær på overflaten, men ved bruk av egnede stabilisatorer vil både tekstur og smak bevares (Meunier-Goddik, 2012).

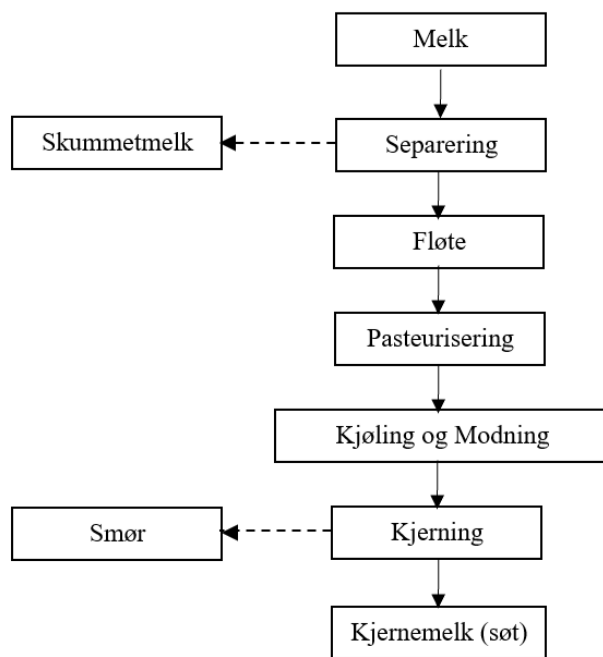
## 2.2 Kjernemelk

Under smørproduksjonen dannes en vandig fase, kalt kjernemelk, og dette regnes som et biprodukt. Under kjerningen vil fettkulene i fløten destabiliseres og deler av MFGM vil frigjøres til den vandige fasen, kjernemelka (Corredig & Dalgleish, 1998; Walstra et al., 2005a). Når fløten kjernes under smørproduksjonen vil det forekomme en fysisk skade på fettkulene, som resulterer i en faseinversjon, der emulsjonen går fra å være olje-i-vann i fløte til å bli emulsjonen vann-i-olje i smør. Smør er en kontinuerlig fettfase med dråper av vann med dispergerte luftbobler (Fearon, 2003). Kjernemelken inneholder alle de vannløselige komponentene av fløten, som melkeproteinene, laktosen og mineraler som kalsium og kobber (Sodini et al., 2006).

Kjernemelk blir benyttet som en funksjonell ingrediens i mange næringsmidler som desserter, dressinger, ost, iskem, yoghurt og sjokolade (O'Connell & Fox, 2000). Dette er på grunn av det høye innholdet av fosfolipider med deres emulgerende egenskaper (Sodini et al., 2006). Fosfolipider består av fettløselige hydrokarbonkjeder (hydrofob) og en vannløselig fosfatgruppe med en negative ladning, som er grunnen til at fettkulene i melken holder seg dispergerte (Corredig & Dalgleish, 1998). Kjernemelk er mer utsatt for oksidasjon på grunn av en høy konsentrasjon av flerumettede fettsyrer, som gjør at produktet er ustabil. Mobiliteten til membranmaterialer og metaller vil være større i kjernemelk enn i kjernemelkpulver, og derfor vil sannsynligheten for oksidasjon være større i kjernemelk enn i kjernemelkpulver. Likevel vil kjernemelkpulver være mottagelig for lipidoksidasjon som føre til at pulveret blir harskt etter 6 måneder (O'Connell & Fox, 2000).

### 2.2.1 Fremstilling av kjernemelk

Kjernemelk kan enten være sur eller søt og dette er avhengig av produksjonsprosessen og den benyttede fløten. Den kjemiske sammensettingen til kjernemelk vil være avhengig av sesongen og av teknologien som benyttes under smørproduksjonen (Libudzisz & Stepaniak, 2002). I dag i Norge er det meste av smøret som produseres fra usyrnet fløte, og resultatet av kjerneprosessen er derved søt kjernemelk. Om fløten syrnes før kjerning vil kjernemelken ha en lav pH, som begrenser dens anvendelighet (Libudzisz & Stepaniak, 2002). Figur 6 viser en forenklet utgave av prosesstrinnene i kjernemelk produksjonen.



Figur 6. Generelt flytskjema for produksjonen av søt kjernemelk (Degeest & De Vuyst, 1999).

Melken vil først separeres til fløte og skummet melk. Det er viktig at separeringen gir fløten det ønskede fettinnholdet, slik at kjerneeffekten blir maksimal. Deretter vil fløten varmebehandles, og her er det viktig at fettkulene ikke ødelegges da ødelagte fettkuler vil gi en dårlig reinkjærning. Reinkjærning er et mål på mengden fett som mistes til kjernemelka, og ved smørproduksjonen ønsker man en lav reinkjærning. Varmebehandlingen vil foregå i en platevarmeveksler, der varmebehandlingen vil drepe uønskede mikroorganismer (Walstra et al., 2005a). Etter varmebehandlingen kan fløten bli tilsatt en syrekultur for å danne sur kjernemelk, og fløten må kjøles ned til inkuberingstemperaturen før syrekulturen blir tilsatt. I dette forsøket benyttes pulver av søt kjernemelk, ikke sur kjernemelk. Etter varmebehandlingen vil fløten kjøles ned og lagres ved en lav temperatur, slik at krystalliseringen av melkefettet sikres. Dette steget kalles for modning. For å kunne få den ønskelige teksturen på smøret er det viktig at dette steget forekommer, da en vil unngå for mye tap av fett til kjernemelka (Walstra et al., 2005a). Fettkulemembranen vil bli svakere når melkefettet krystalliseres. Ved kjærningen vil det forekomme en inkorporering av luft i fløten, og det dannes skum og en kraftig agitasjon oppnås (Richards & Fearon, 2003). Siden det forekommer en innlemmelse av luft vil fettkulemembranen bli ødelagt av mekanisk stress og dette fører til at flytende fett vil komme ut. Fettet vil klumpe seg og danne smørkorn som blir til smør. I tillegg vil skummet som dannes ved luft inkorporeringen kollapse. Deretter dreneres kjernemelka, slik at det forekommer en konsentrering av fettinnholdet i smøret (Richards & Fearon, 2003; Walstra et al., 2005a).

## 2.3 Kjernemelkpulver (KMP) og Skummetmelkepulver (SMP)

I meieriprodukter og prosesserte næringsmidler er skummetmelkepulver (SMP) og kjernemelkpulver (KMP) vanlige ingredienser. Hvor de brukes blant annet i fermentert melk og yoghurt, sjokolade, iskrem, sauser, bakevarer osv. Melkepulver som tilsettes i meieriprodukter vil øke proteininnholdet, men konsentrasjonen av andre naturlige komponenter i melka økes også, slik som laktose og mineraler. Når proteininnholdet økes vil også produktets fysiske egenskaper endres, f.eks. under fermentering vil det forekomme ulike metabolske reaksjoner på grunn av økt proteininnhold som fører til endringer i ulike aromakomponenter (O'Connell & Fox, 2000; Sodini et al., 2006; Tamime & Robinson, 1999; Walstra et al., 2005a; Zanabria & Corredig, 2011). Studier har vist at de reologiske egenskapene til yoghurt forbedres ved melkeproteinanrikning (Tamime & Robinson, 1999).

Kjernemelk har en sammensetning som er relativt likt skummet melk, men fettinnholdet er høyere hos kjernemelk. Dette gjelder også for pulvervariantene, der sammensetningen til KMP og SMP vises i Tabell 1 (Augustin & Margetts, 2003).

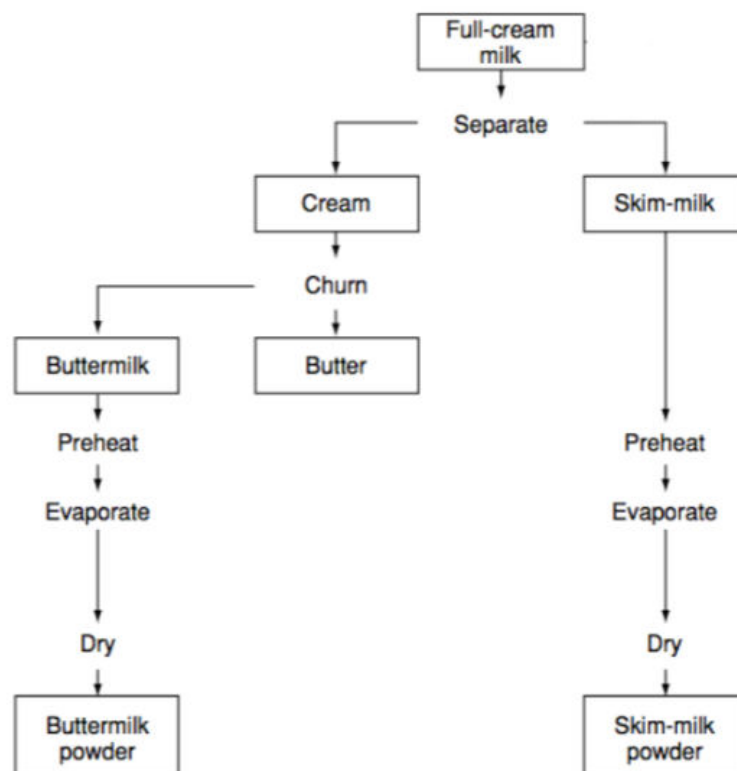
Tabell 1. Sammensetningen til kjernemelk - og skummetmelkepulver gitt i prosent % (Augustin & Margetts, 2003).

<b>Komponenter</b>	<b>Kjernemelkpulver</b>	<b>Skummetmelkepulver</b>
<i>Tørrstoff</i>	97	97
<i>Fett</i>	5,0	0,7
<i>Laktose</i>	48	51
<i>Protein</i>	34	36
<i>Fosfolipider</i>	1,04-2,34	0,15
<i>Mineraler</i>	7,9	8,2

Tabell 1 viser at fettinnholdet til KMP er høyere enn SMP. Dette er på grunn av kjernemelkas høye innhold av fosfolipider fra MFGM, da fosfolipidene utgjør om lag en tredjedel av MFGM tørrstoffet (Augustin & Margetts, 2003; Walstra et al., 2005a). I følge Elling et al. (2006) er innholdet av fosfolipider syv ganger mer i kjernemelk enn i skummet melk, ellers så er komposisjonen ganske lik. Når det kommer til pulvervarianten av kjernemelk har den et høyere innhold av proteiner og fosfolipider på 2,03 g og 32,9 g/100g enn i kjernemelk på 0,16 g og 3,31 g/100 g (Elías-Argote et al., 2013).

### 2.3.1 Fremstilling av kjernemelkpulver (KMP) og skummetmelkepulver (SMP)

Fremstillingen av melkepulvere innebærer prosessstrinnene; separering, varmebehandling og konsentrering ved fordampning og spraytørking. Ved produksjonen av KMP vil pulveret lages fra kjernemelken som dannes etter kjerning av fløte. For å lage SMP vil en først separere melken via en sentrifugal separasjon slik at en får skummetmelk og fløte. Deretter vil en bruke skummetmelken til å fremstille SMP (Augustin & Margetts, 2003; Bylund, 2015). Figur 7 viser flytskjema for produksjonen av KMP og SMP.



Figur 7. Flytskjema over fremstillingen av kjernemelkpulver (KMP) og skummetmelkepulver (SMP) (Augustin & Margetts, 2003).

Melken som brukes må først varmebehandles for å drepe uønskede mikroorganismer og redusere enzymaktiviteten, og dette vil øke pulverets holdbarhet. Ved varmebehandlingen vil det også forekomme en denaturering av myseprotein. Deretter vil en fjerne vannet fra melken og dette gjøres ved konsentrering, f.eks. gjennom en vakuum inndamper som konsentrer melken ved en lav temperatur. Her vil melken få et konsentrert tørrstoff på ca. 48 – 50 %, og den føres videre til en spraytørker. Det er i spraytørkeren den blir til pulver, spraytørkeren vil mate melkekonsentratet inn i varmluft som da omvandler fluidene i melkekonsentratet til pulver. Etter tørkingen vil pulveret ha et vanninnhold på 3 – 4 % (Augustin & Margetts, 2003).

### 2.3.2 Anvendelse av SMP og KMP som ingrediens

Skummetmelkepulver har blitt brukt for å øke viskositeten til ulike fermenterte meieriprodukter. I følge Costello (2009) tilsettes SMP til produksjonen av organisk rømme for å øke viskositeten (Narvhus et al., 2019). Forskningen til Akal og Yetişemiyen (2016) viste at egenskapene til rømme (18% fett) ble forbedret ved pulveranrikning, hvor SMP (2 % og 4 %) og de-mineralisert myseproteinpulver ble tilsatt i ulike konsentrasjoner. Viskositeten økte med pulveranrikning, næringsverdien økte på grunn av høyere innhold av fastestoffer og aske, laktoseinnholdet ble høyere og produksjonen av diacetyl økte.

Det høye innholdet av fosfolipider i kjernemelk har gjort kjernemelk til en interessant funksjonell ingrediens på grunn av de emulgerende egenskapene til de polare peptidene i MFGM. Ut ifra dette har den blitt en viktig ingrediens i en rekke matvarer, som dressing, sjokolade, ost, iskremblandinger, yoghurt for både funksjonelle egenskaper og som forbedring av smak (Sodini et al., 2006). Oftest brukes KMP som erstatter for SMP som tilsetning for å blant annet forsterke melkesmaken (Augustin & Margetts, 2003). På grunn av kjernemelkas høye innhold av fosfolipider (flerumettede fettsyrer) vil kan den være lettere utsatt for oksidasjon som gir den en harsk smak og kan derfor være et ustabil produkt. Den harske smaken er assosiert med oksidering av umettede fettsyrer som resulterer i dannelsen av peroksider. Det er mange faktorer som kan føre til oksidering av fett, slik som lys, temperatur, mekanisk stress, samt mengden av flerumettede fettsyrer. Dermed er det viktig at kjernemelken blir benyttet raskt etter produksjon eller blir tørket til pulver for å sikre kvaliteten og lagringsstabiliteten (O'Connell & Fox, 2000). Dette er en av grunnene til at kjernemelk brukes mest til dyrefôr, da den er lett utsatt for oksidasjon (Castillo et al., 2006).

### 2.3.3 Re-hydrering av pulver

Når man bruker pulver er det viktig å sikre at alt pulveret er oppløst, da en dårlig re-hydrering kan påvirke produksjonsutbyttet, produktets funksjonelle egenskaper og kvalitet (Ellice Tan, 2016). En dårlig re-hydrering kan gi et produkt med svak gel, mye myseutskillelse, ujevn konsistens med klumper noe som ikke representerer en bra kvalitet. Re-hydreringsprosessen er påvirket av fem viktige egenskaper (Felix da Silva et al., 2018):

- Fuktbarhet «Wettability», evnen til å absorbere vann.
- Svelling «Swelling» evnen til å øke i størrelse med vannabsorpsjonen.
- «Sinkability», evnen til de svulmede partiklene til å synke i vannet
- Dispergerbarhet «dispersibility» even til å spre seg i enkeltpartikler i vann.
- Oppløsning «Dissolution», som korresponderer til separeringen mellom molekyler.

Lengden på hvert trinn i re-hydreringsprosessen er avhengig av pulveres fysiske (størrelsen og struktur) og kjemiske egenskaper, men også temperatur, pH og mineraler. Under re-hydreringen kan to eller flere stadier forekomme samtidig, som fuktbarhet og svelling, og dispergerbarhet og oppløsning (Felix da Silva et al., 2018; Gaiani et al., 2011). Ved å kjenne til pulverne fysiske og kjemiske egenskaper vil en kunne sikre en god re-hydrering.



## 2.4 Reologi

Reologi er det vitenskapelige studiet av hvordan ulike materialer (væsker, faste stoffer eller gasser) flyter eller deformeres under en pålagt kraft (Morris, 2017). Der flyten og deformeringen av et materiale er avhengig av ulike parametere som konsentrasjonen og mengden av faste partikler i materialet, men også pH og temperatur (Mezger, 1999). Flyten til et materiale er målt ved bruk av skjær og skjærparameterne skjærhastighet ( $\dot{\gamma}$ ) og skjærspenning ( $\sigma$ ). Der parameterne er beregnet fra målinger av flythastigheten og dreiemoment (Struble & Ji, 2001).

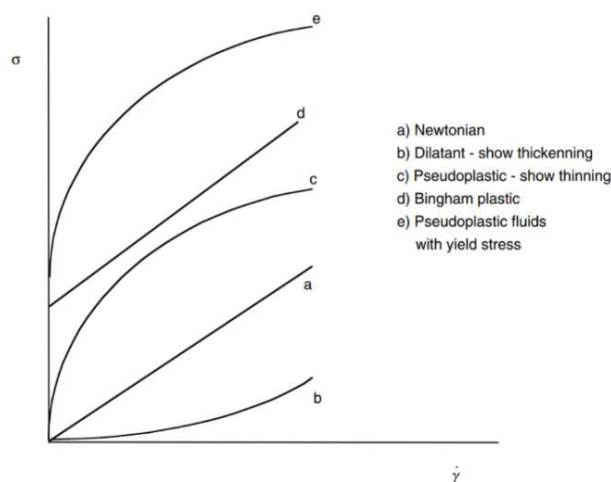
Skjærspenning ( $\sigma$ ) defineres som:

$$\sigma = \frac{F}{A} \text{ (Pa)}, \text{ der } F \text{ er skjærkraften i Newton (N) og } A \text{ er skjærarealet (m}^2\text{)}.$$

Skjærhastighet ( $\dot{\gamma}$ ) defineres som:

$$\dot{\gamma} = \frac{d\gamma}{dt} = \frac{dv}{dy} \text{ (1/s)},$$

der  $\dot{\gamma}$  indikerer hastighetsgradienten i et materiale, avledet fra  $\gamma$ , er angitt som et mål for graden av deformasjon (tøyning) i et materiale. I en ideell løsning vil skjærstresset være proporsjonal med skjærhastigheten, der vann er et eksempel på en slik løsning. Dette betegnes som en Newtonsk væske, der materialets viskositet er konstant og er uavhengig av en økende kraft og kraftens varighet. Materialer som påvirkes av skjærhastighet og skjærspenning (stress) betegnes som ikke-Newtonske materialer, der disse materialene deles inn i tidsuavhengige og tidsavhengige materialer (Barbosa-Canovas & Ibarz, 2002). Figur 8 illustrere egenskapene til Newtonske og ikke-Newtonske materialer.



Figur 8. Newtonske og ikke-Newtonske væsker som funksjon av skjærstress ( $\sigma$ ) og skjærhastighet ( $\dot{\gamma}$ ). a: Newtonsk, b: Skjærtykkende, c: Skjærtynnende, d: Bingham plastisk og e: Pseudoplastisk væske med flytgrense (Barbosa-Canovas & Ibarz, 2002).

Tidsuavhengige materialer er materialer som uttrykkes som Newtonske, skjærtykkende, skjærtynnende og Bingham plastiske, mens tidsavhengige materialer er reopektiske og tiksotropiske materialer.

#### 2.4.1 Viskositet

Viskositeten til næringsmidler som yoghurt, supper, rømme og drikkevarer spiller en viktig rolle for konsumenten når det kommer til munnfølelse og metthet.

Viskositet ( $\eta$ ) defineres som:

$$\eta = \frac{\sigma}{\dot{\gamma}} \text{ (Pas)}$$

Som beskriver et materiales motstand til å flyte når den har blitt utsatt for en påført kraft. Viskositeten er målt i Pascal per sekund (Pa·s) (Barbosa-Canovas & Ibarz, 2002; Struble & Ji, 2001). En løsnings flyteegenskaper er påvirket av hvilket løsningsmiddel som benyttes, der viskositeten til løsninger med store makromolekyler er ofte høyere. Likevel vil faktorer som form, fleksibilitet, størrelse og hydreringsevne påvirke molekylene evne til å øke viskositeten. For eksempel molekyler med samme molekylvekt som f.eks. utstrekte makromolekyler og mer kompakte makromolekyler med samme molekylvekt vil ikke gi like viskøse løsninger (Damodaran, 2008). Proteiners hydreringsevne påvirkes av proteinenes evne til å svulle, der proteiner med en høy hydreringsevne vil svulle mer slik at proteinenes opprinnelige form blir større som fører til at viskositeten i en løsning økes. Hydrering og protein-protein interaksjoner er faktorer som fører til at en løsnings med en høy protein konsentrasjon viskositet økes (Damodaran, 2008).

En løsning vil ofte være skjærtynnende når proteinkonsentrasjonen er høy, og dette er da en ikke-Newtonsk løsning der viskositeten minker ved økt skjærhastighet. Rømme og yoghurt er produkter som faller under kategorien ikke-Newtonske materialer, der produktets viskositet er en funksjon av varigheten og mengden påført skjærhastighet. I følge Fangary et al. (1999) kan yoghurt vise skjærtynnende, tiksotropiske og viskoelastiske egenskaper, noe som kan antas at rømme også gjør da de begge har en syrefelt gel nettverk. Tiksotropiske egenskaper beskriver at viskositeten minker over tid på grunn av påført skjærstress, skjærhastighet og varigheten av denne. Ved endt skjærstress vil de påførte kreftene forsvinner og produktet vil gjenfinne sin struktur, slik at det den blir noe fastere igjen. Viskoelastiske egenskaper vises etter at påført kraft forsvinner, slik at molekylene i produktet prøver å orientere seg tilbake til sin opprinnelige posisjon (Barbosa-Canovas & Ibarz, 2002; Fangary et al., 1999; Struble & Ji, 2001).

## 3 Materialer og metoder

### 3.1 Forsøksdesign

I denne oppgaven ble det fremstilt lett rømme (18% fett) både med og uten en proteinøkning på 0,5% og 1,0 % med enten kjernemelkpulver (KMP) eller skummetmelkepulver (SMP). Det ble også brukt to ulike syrekulturer, Probat 505 (DANISCO) og XT-313 (Chr.Hansen), der den sistnevnte er teksturgivende. Til sammen ble det fremstilt 10 rømmetyper. Forsøket ble utført i Pilotanlegget og laboratorier ved Fakultet for kjemi, bioteknologi og matvitenskap (KMB) ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU), og hver produksjon av rømme foregikk over tre dager. Det ble utført tre gjentak (blokk 1-3).

Prøvekodene som ble brukt under forsøket vises i Tabell 2, der **X** og **P** representerer henholdsvis syrekulturene XT-313 og Probat 505, **K** og **S** representerer henholdsvis melkepulverne KMP og SMP, og **a** og **b** representerer henholdsvis 0,5 % og 1,0 % proteinøkning.

Tabell 2. Prøvekoder til de fremstilte rømmeproduktene.

	Prøvekoder	
	Probat 505 (P)	XT-313 (X)
Kontrollprøve	<b>X</b>	<b>P</b>
0,5 % KMP	<b>KaX</b>	<b>KaP</b>
1,0 % KMP	<b>KbX</b>	<b>KbP</b>
0,5 % SMP	<b>SaX</b>	<b>SaP</b>
1,0 % SMP	<b>SbX</b>	<b>SbP</b>

I tillegg ble de fremstilte rømmeproduktene sammenlignet med tre kommersielle rømmeprodukter; TINE Lett Rømme (18% fett), TINE Lett Crème Fraiche (18 % fett) og Q-meieriene Lett Rømme (18% fett). De tre kommersielle rømmeproduktene ble kjøpt nye for hver blokk, og de hadde minst to ukers holdbarhet. Under forsøket ble det brukt forkortelsene **TINE LR** (TINE Lett rømme), **TINE LCF** (TINE Lett Crème Fraiche) og **Q LR** (Q-meieriene Lett Rømme) for de kommersielle rømmeproduktene.

### 3.1.1 Undersøkelse av proteininnhold i KMP og SMP pulvere

Før forsøket ble utført, ble proteininnhold i kjernemelk - og skummetmelkepulver sjekket, hvor 90 g med destillertvann ble blandet med 10 g pulver i en 100 ml Pyrex flaske. En flaske for hvert pulver. Etter blandingen av pulverne med det destillerte vannet ble prøvene ristet godt og sto i 24 timer ved 4 °C før proteininnholdet ble målt ved hjelp av FTIR-apparat (Fourier Transform Infrared Spectroscopy), MilcoScan FT1TM (Foss Analytical A/S, Hillerød, Danmark). Proteininnholdet vises i Tabell 3.

Tabell 3. Proteininnhold i KMP og SMP målt ved hjelp av MilcoScan FT1TM (Foss Analytical A/S, Hillerød, Danmark).

	Proteininnhold (%)
<b>Kjernemelk pulver</b>	35,1
<b>Skummetmelkepulver</b>	40,5

Resultatene fra MilcoScan ble videre brukt til å regne ut hvor mye pulver som må tilsettes for å få en proteinøkning på 0,5 % og 1,0 % under forsøket. Mer informasjon om mengden pulver som ble tilsatt beskrives i avsnittet 3.1.2 *Resept til fremstilt rømme*.

### 3.1.2 Resept til fremstilt rømme

Standardiseringen av fettinnholdet til 18 % ble gjort ved å blande skummetmelk og fløte, der mengden som ble blandet måtte justeres ved hver blokk grunnet variasjon i fettinnhold. For hver blokk utgjorde mengden fløte og skummet melk tilsammen 40 L og hvor mye som ble blandet ved hver blokk vises i Tabell 4. Blandingene ble utført i et 50 L melkespann. Utregninger for hvor mye som skulle tilsettes ble utført i henhold til konvoluttmetoden som vises i Vedlegg 1 og 2. Melkeblandingens endelige fettinnhold ble godtatt med en feilmargin på + 0,33 % ved fett standardiseringen.

Tabell 4. Mengden fløte og skummetmelk (L) melkeblandingene inneholdt ved hver blokk.

	Blokk		
	1 <sup>1</sup>	2 <sup>2</sup>	3 <sup>3</sup>
<b>Fløte</b>	21	24	22
<b>Skummetmelk</b>	19	16	18

1. Fett: Fløte 37,6 %, og skummetmelk 0,09 %
2. Fett: Fløte 44,97 % og skummetmelk 0,07 %
3. Fett: Fløte 40,04 % og skummetmelk 0,07 %

Etter blandingen ble 8 L av den fettstandardiserte melkeblandingen fordelt i fem 15 L melkespann, til fremstilling av fem batcher der pulverinnholdet og proteinkonsentrasjonen varierte. I forsøket hadde de fem batchene navnene **Kontroll** (uten SMP eller KMP), **0,5 % KMP** (0,5 % proteinøkning med KMP), **1,0 % KMP** (1,0 % proteinøkning med KMP), **0,5 % SMP** (0,5 % proteinøkning med SMP) og **1,0 % SMP** (1,0 % proteinøkning med SMP). Mengden pulver som ble tilsatt i hver batch er basert på pulverets proteininnhold og mengden rømmebase i hver batch (8L) som vises i Tabell 5. Utregningene for mengde pulver tilsatt er vedlagt i oppgaven (Vedlegg 3).

Tabell 5. Mengde pulver tilsatt hver batch, mengde (g) per 8 L batch.

Rømmebase	Menge tilsatt pulver (g)
<b>Kontroll</b>	0
<b>0,5 % KMP<sup>1</sup></b>	114
<b>0,5 % SMP<sup>1</sup></b>	98,8
<b>1,0 % KMP<sup>2</sup></b>	228
<b>1,0 % SMP<sup>2</sup></b>	197,6

1. KMP proteininnhold 35 %.
2. SMP proteininnhold 40,5 %.

For hver blokk ble de samme ingrediensene brukt til produksjonen av rømme, med unntak av råmelken som ble levert den samme dagen som produksjonen av rømme startet. Hvilke ingredienser som ble brukt under forsøket og deres leverandør vises i Tabell 6.

Tabell 6. Rømmebasenes ingredienser med leverandør.

Ingredienser	Leverandør
<b>Rå melk</b>	Ås Gård, NMBU, Ås
<b>Kjernemelkpulver (KMP)</b>	TINE Meieriet Brummendal
<b>Skummetmelkepulver (SMP)</b>	TINE Meieriet Brummendal
<b>Syrekultur: Probat 505</b>	CHOOZIT <sup>TM</sup> / Danisco Nordic AS
<b>Syrekultur: XT-313</b>	Chr. Hansen A/S

KMP og SMP ble levert i 25 kg sekker og syrekulturene som ble brukt var frosne DVS-kulturer. Ved ankomsten av råmelken til Pilotanlegget til Fakultetet KBM ble den separert, slik at skummetmelk og fløte ble fremstilt.

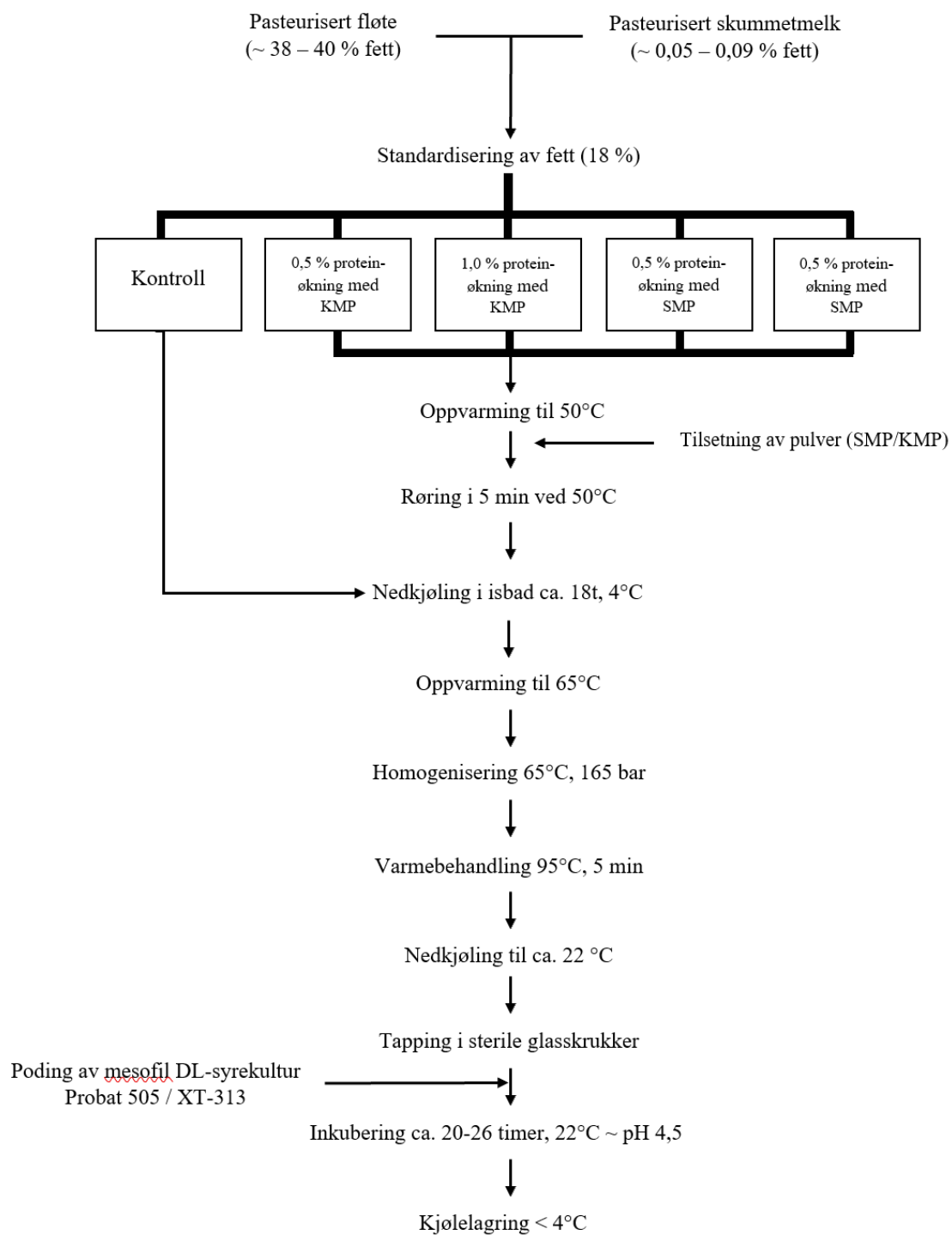
## 3.2 Produktfremstilling

### 3.2.1 Melkebehandling

Råmelken ble levert den samme morgen som produksjonen av rømme startet, og råmelken ble transportert fra Ås gård (NMBU) til Pilotanlegget til Fakultet KBM. Råmelken ble først varmet opp til 50 °C og så separert ved hjelp av separatoren Westfalia separator AG (SA 1-01-175, Oelde, Tyskland). Deretter ble skummet melk og fløte pasteurisert ved 72 °C i 15 sekunder, der den skummede melken og fløten ble pasteurisert i platevarmeveksleren 35 A3-HRB fra Alfa Laval (Lund, Sverige). Etter pasteuriseringen ble fettprosenten til skummet melk og fløte analysert ved bruk av MilcoScan FT1™ (Foss Analytical A/S, Hillerød, Danmark). Prøveuttakene ble gjort i 100 ml polyetylenflasker (bulkotest) som sikret hygieniske uttak (Skala prosessteknikk, Oslo, Norge). Fettprosent verdiene til skummet melk og fløte ble brukt til å regne ut hvor mye skummet melk og fløte som måtte blandes, slik at den ønskede fettprosenten på 18 % ble oppnådd.

### 3.2.2 Fremstillingen av rømme

Produksjonsprosessen av rømme inkluderte tørrstoffanrikning, homogenisering og varmebehandling før inokulering av syrekulturene, der flytskjema til prosessene vises i flytskjema i Figur 9. Fremstillingsprosessene var i utgangspunktet lik for alle batchene med unntak da det kom til hvilket pulver og mengden pulver som ble tilsatt, som beskrives i delkapittel 3.1.2 *Resept til fremstilt rømme*. Under fremstillingen av rømme ble alt utstyr desinfisert før bruk.



Figur 9. Flytskjema over fremstilling av rømme.

### 3.2.3 Fettstandardisering

Fløte og skummet melk ble blandet til ønsket fettprosent (18%) etter pasteuriseringen i et 50 L melkespann, der den totale mengden av melkeblandingen var på 40 L. Mengden av pasteurisert fløte og skummet melk som ble blandet er basert på utregninger ut ifra deres fettprosent. Før prøveuttaket med en bulkotest til måling av fettinnholdet ble all melken rørt godt med en rørepinne, slik at man var sikre på at den målte fettverdien stemte. Målingen av fettinnholdet ble utført ved hjelp av instrumentet MilcoScan<sup>TM</sup> (Foss Analytical A/S, Hillerød, Danmark). Se avsnitt 3.1.2 *Resept til fremstilt rømme* for mer informasjon om utregningene og mengden av skummetmelk og fløte som ble tilsatt for hver blokk.

### 3.2.4 Tørrstoffanrikning

Etter fettstandardiseringen av melkeblandingen ble den fordelt i fem 15 L melkespann, med 8 L melkeblending i hver. Etter dette ble ett melkespann plassert inn på kjølelageret (4°C) til Pilotanlegget og de resterende fire melkespannene ble tilsatt enten KMP eller SMP. For hver produksjons blokk ble det fremstilt fem batcher med ulikt innhold av pulvere. Se avsnitt 3.1.2 *Resept til fremstilt rømme* for hvilket pulver som ble tilsatt i hvilken batch, og mengden som ble tilsatt.

Før tilsetningen av pulverne ble melkeblandingen i hvert melkespann varmet opp til 50°C i en steamkasse. Mengden pulver som ble tilsatt er basert på utregninger ut ifra proteininnholdet til pulverne, slik at de fire batchene fikk en proteinøkning på 0,5 % eller 1 %. Pulveret ble drysset inn under konstant røring i 5 min ved 50 °C. Deretter ble melkespannene plassert i et isbad (kaldt vann blandet med is) på kjølelageret til Pilotanlegget som hadde en temperatur på 4°C. Melkespannene stod i ca. 18 timer ved 4°C i isbadet før videre oppvarming neste dag. Hensikten med svellingen over natten var å sikre at alt av pulver var løst opp, slik at det forekom en proteinøkning på 0,5 % og 1,0 %.

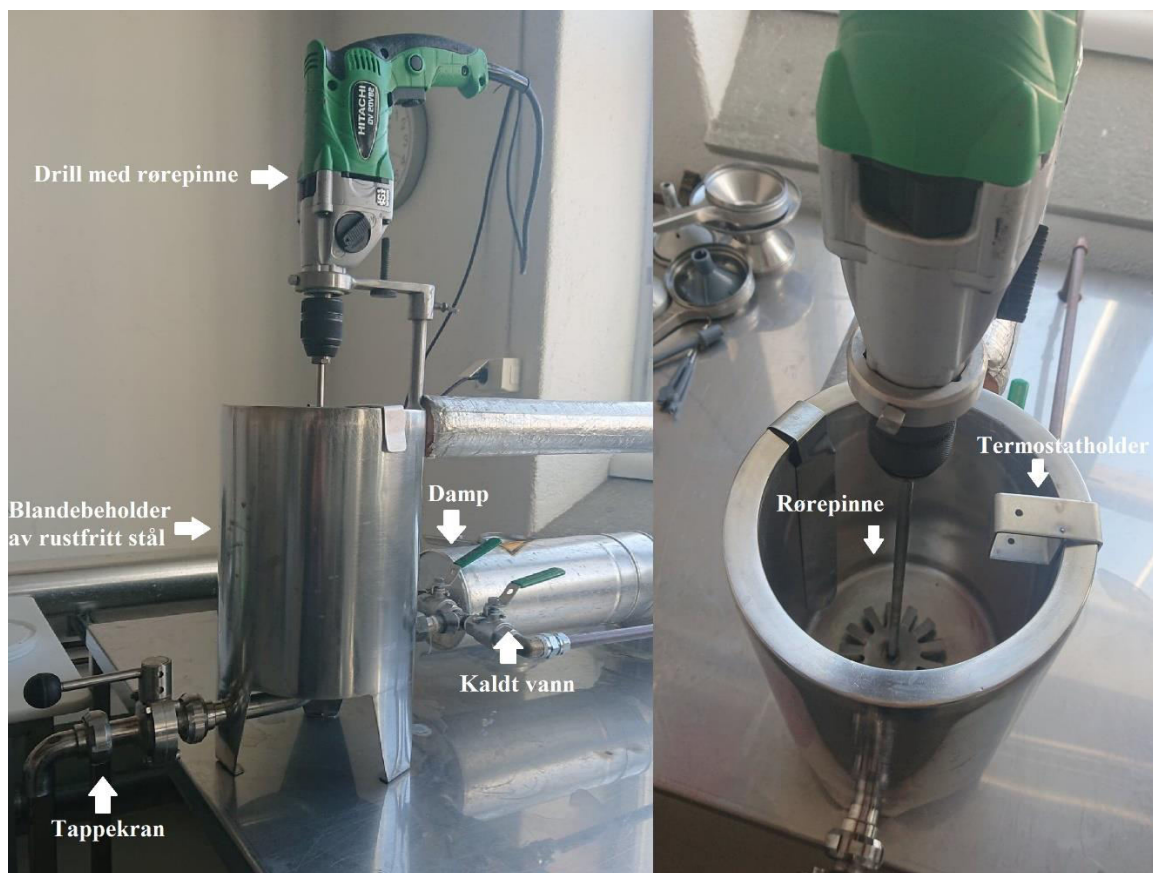
### 3.2.5 Homogenisering

På dag 2 ble de fem rømmebasene varmet opp til 65°C i en steamkasse med konstant omrøring, og deretter homogenisert ved 165 bar ved bruk av APV Rannie (Rannie Machine Works Ltd., Albertslund, Danmark).



### 3.2.6 Varmebehandling

Etter homogeniseringen ble rømmebasene overført til en 5 liters blandebeholder av rustfritt stål med røreverk og tappekran som var tilkoblet damp og kaldt vann (Figur 10). Rømmebasene ble varmet opp til 95°C i 5 min. Deretter ble rømmebasene kjølt ned til 22 °C ved hjelp av kaldt vann (nettvann) før tapping over til 0,6 L sterile glass med lokk, der hvert glass ble fylt opp med ca. 0,5 L rømmebase. For hver batch ble 8 sterile rømmeglass fylt med ca. 0,5 L rømmebase, så til sammen ble det fylt 40 rømmeglass i hver blokk. I tillegg ble fem 50 ml Pyrex flasker fylt opp med rømmebase, én fra hver rømmebase, og deretter ble flaskene plassert på kjølelageret til Pilotanlegget. Disse flaskene ble brukt til de kjemiske analysene.



Figur 10. Blandebeholder av rustfritt stål med røreverk og tappekran. Tilkoblet til damp og kaldt vann (nettvann). (Foto: Karima Eid Bacha).

De sterile rømmeglassene stod til temperatur ekvilibring i vannbad ved 22°C i ca. 1,5 til 2 timer før poding med syrekulturene, se kapittel 3.1 *Forsøksdesign* for prøvekodene som ble benyttet i forsøket.

### 3.2.7 Inokulering av syrekulturer

I forsøket ble DL-kulturene XT-313 fra Chr.Hansen A/S (Hørsholm, Danmark) og Probat 505 FRO 500 DCU fra CHOOZIT™ levert av DANISCO A/S (København, Danmark) benyttet. Hvert rømmeglass ble inokulert med 100 µm syrekultur (Probat 505 eller XT-313). Fire glass ble podet med hver kultur ved bruk av en steril automatpipette med sterile pipettespisser. Tre av glassene ble benyttet til pH måling, sensorisk analyse og til reologiske analyser.

Rømme ble inkubert ved 22°C i vannbad i 20 timer før første pH-måling. Den ønskelig pH på ferdig rømme var 4,5. Ved den første pH målingen var ikke den ønskede pH-verdien oppnådd, og derfor ble pH målt hver time. Fermenteringstiden til rømmeglassene podet med XT-313 varierte fra 22 til 25 timer, mens rømmeglassene podet med Probat 505 varierte fra 25 til 26 timer. Etter endt fermentering ble rømmeglassene plassert ved 4 °C. Rømmeglassene ble lagret i 5 til 7 dager før de sensoriske og reologiske analysene ble utført.

## 3.3 Analyser

Analysene utført i dette prosjekt ble utført på NMBU ved laboratoriet til forskningsgruppen for meieriteknologi og matkvalitet, sensoriske laboratoriet og reologilabben til Fakultetet KBM. Alle analysene ble utført for hver blokk.

### 3.3.1 Prøveuttak

Prøveuttakene varierte etter hvilken type analyse som skulle utføres. Til fettstandardiseringen av melkeblandingen ble prøveuttaket gjort med bulkotester.

Etter nedkjølingen av melkebasene (de fem batchene) etter varmebehandlingen ble det tatt prøveuttak av hver rømmebase (å fem rømmebaser) i 50 mL Pyrex flasker. Disse flaskene ble nedkjølt til 4°C og brukt til å analysere fett-, protein- og tørrstoffinnholdet.

Til pH måling under syrning ble ett rømmeglass brukt fra hver av de ti rømmetyperne.

#### 3.3.1.1 pH

Til måling av pH ble pH-meteret PHM210 MeterLab (Radiometer, København, Danmark) brukt. Etter 20 timers fermenteringstid ble pH målt hver time til endt fermentering, der ønsket

pH var 4,5. Før den første målingen ble pH-meteret kalibrert med standard bufferløsninger med en pH på 4,0 og pH 7,0, temperert til 22 °C. Rømmeglassene stod i vannbad til ønsket pH var oppnådd.

#### *3.3.1.2 Fettstandardisering ved bruk av MilcoScan*

Til analyse av fettinnholdet i fløte og skummet melk etter separeringen, samt standardiseringen av melkeblandingen til 18 % fett ble instrumentet MilcoScan FT1TM (Foss Analytical A/S, Hillerød, Danmark) brukt.

#### *3.3.1.3 Bestemmelse av fettinnholdet ved Gerber metoden*

Det var ønskelig å kontrollere fettinnholdet ved hjelp av Gerber metoden. Metoden ble utført i henhold til en intern analysemetode fra Meierienes analysebok, metode MA 601 Fett i fløte (Gerber-Køhler) (TINE SA, 2008).

#### *3.3.1.4 Bestemmelse av proteininnholdet ved analyse av totalt nitrogen (TN) ved mikro-Kjeldahl metoden*

Ved bestemmelse av det totale nitrogeninnholdet i melkebasene ble mikro-Kjeldahl metoden benyttet. Utførelsen av bestemmelsen ble utført i henhold til Standard 20A (IDF, 1896). Oppslutningen av prøvene ble gjort ved hjelp av en oppslutningsblokk (Digester 2520, Tecator, Foss, Danmark), og destillering ble utført i Kjeltex<sup>TM</sup> 8400 (Tecator, Foss).

#### *3.3.1.5 Bestemmelse av tørrstoff innholdet i rømmebasene*

Bestemmelsen av tørrstoff innholdet til rømmebasene ble bestemt i henhold til IDF Standard 21B (IDF, 1987).

### *3.3.2 Sensoriske analyser*

Ved den sensoriske analysen ble det utført en profileringstest av ti fremstilte rømmeprodukter, samt av tre kommersielle rømmeprodukter: TINE Lett Rømme, TINE Lett Creme Fraiche og Q-meieriene Lett rømme. Analysen foregikk på det sensoriske laboratoriet til KBM, og den ble utført etter hver blokk (tre gjentak).

Før den sensoriske vurderingen av rømme ble utført, ble fremstilt rømme kjølelageret i 6 til 8 dager ved 4°C. For standardisering av prøveuttakene ble all rømme, inkludert de kommersielle rømmeproduktene rørt tjue ganger med en metallspiseskje, i sirkulære bevegelser. Deretter ble ca. 20 ml av rømme overført til et medisinfremmer som var tresifret kodet og deretter kjølelageret til 4°C. De tresifrede kodene var randomisert og prøvene ble gitt ut i en randomisert rekkefølge av to eller flere prøver, slik som Lawless og Heymann (2010) anbefaler.

Dommerpanelet som utførte den sensoriske bedømmelsen bestod av 6 personer, der fire var ansatte og to var studenter. Alle dommerne var tilknyttet til Fakultet KBM innenfor matvitenskapmiljøet. Ved hver blokk deltok det det samme dommerpanelet. Ved bedømmelsen av rømmeproduktene ble det brukt et skjema der ulike egenskaper ble vurdert etter en poengskala fra 1 til 5, fra lav til høy intensitet. Der egenskapene blank, myseutskillelse, viskositet, fnokker, trådtrekkende konsistens, glatthet og grynet/melen, kremet, syrlighet, rømmesmak, besk smak, bismak og en helhets vurdering ble vurdert. Skjemaet som ble brukt under den sensoriske profileringen er vedlagt denne oppgaven (Vedlegg 4).

Før utførelsen av den sensoriske analysen for hver blokk ble rømmes egenskaper diskutert i felleskap blant dommerne for å bli enige i samme bruk av skalaen, der de vurdert en prøve av TINE Lettrømme 18% og rømmeproduktet uten pulvertilsetning og syrnert med XT-313 (som er tilsvarende den samme) som referanseprøve A og B. Prøvene ble deretter servert ved 4°C i en randomisert rekkefølge.

### 3.3.3 Reologi

Hensikten med dette forsøket var å undersøke om rømme med varierende grad av pulvertilsetning og syrekultur hadde en effekt på reologiske egenskaper som gelstyrke, gel klebrighet og viskositet. Dette ble testet i hver blokk, og det var tre blokker til sammen.

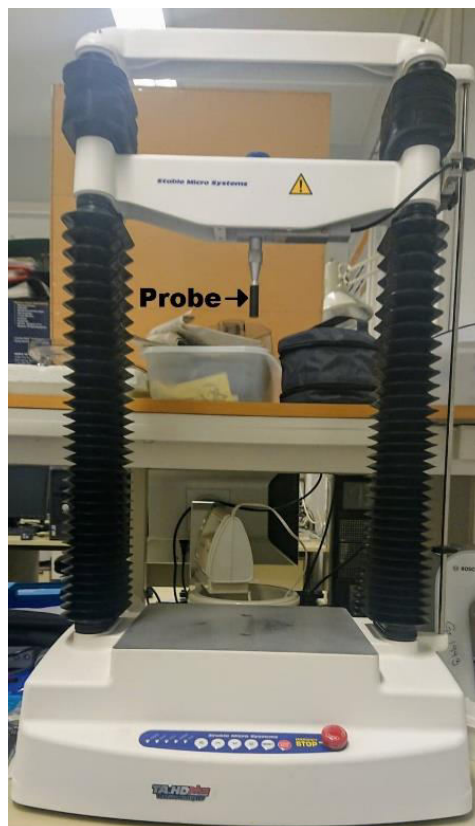
#### *3.3.3.1 Forbehandling av prøver*

Det ble benyttet uåpnet glass med rømme etter 7 dagers kjølelagring ved 4°C, der 13 ulike rømmeprøvene ble målt. Tre av prøvene var uåpnede kommersielle rømmeprodukter TINE LETT Crème Fraiche, TINE Lett Rømme og Q-meieriene Lett Rømme, mens de resterende var de fremstilte rømmeproduktene som ble produsert i hver blokk; X-4, SaX, SbX, KaX, KbX, P-4, SaP, SbP, KaP, KbP.

Den første analysen som ble utført var analyse av gelstyrke. All rømme var oppbevart ved 4°C fram til utførelsen av analysen, og etter målingen av gelstyrken og gel klebrighet ble rømmeproduktene oppbevart ved 4°C før videre viskositetsmålinger. Ved viskositetsmålingene ble alle rømmeproduktene rørt 20 ganger i sirkulære bevegelser før overføring til prøve koppen. Se avsnitt 3.3.4.2 *Måling av gelstyrke* for måling av gelstyrke og gel klebrighet, og avsnitt 3.4.4.3 *Måling av viskositet* for viskositetsmålingene.

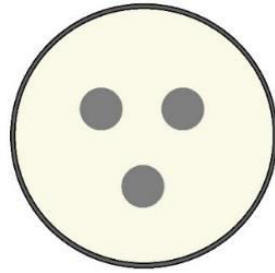
### *3.3.4.2 Måling av gelstyrke og gel klebrighet*

Måling av gelstyrke og gel klebrighet ble gjennomført ved hjelp av instrumentet TA.HD Plus Texture Analyzer (Stable Micro Systems, Surrey, Storbritannia) som vises i Figur 11. Instrumentet var koblet opp til dataprogrammet Exponent stable microsystems, Software version 6,1,4,0. Det ble benyttet en sylinderformet og flatbunnet probe SMS P/0,5 (Stable Micro Systems, Surrey, Storbritannia) med en lengde på 40 mm og diameter 10 mm, og en veicelle på 5 kg.



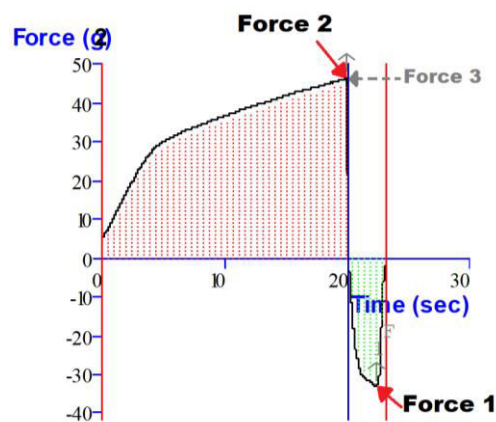
*Figur 11. TA.HD Plus Texture Analyzer fra Stable Micro Systems (Surrey, Storbritannia) utstyrt med en probe (SMS P/0,5, Stable Micro Systems, Surrey, Storbritannia) (Foto: Karima Eid Bacha).*

Det ble utført tre målinger på hver prøve, der hvert målepunkt illustreres i Figur 12. Proben ble ført 20 mm ned i prøven med en hastighet på 1,0 mm/s og kraften (motstand) ble målt i g.



Figur 12. Rømmens tre ulike målepunkter på rømmensoverflate illustrert fra et perspektiv sett over rømmen (Illustratør: Karima Eid Bacha).

Gelens fasthet (F) ble definert i tre punkter (F1, F2 og F3) ved å kjøre en macro, de tre definerte punktene vises i Figur 13. I dette forsøket ble det F1 og F2 verdiene valgt. F2 verdien viser rømmes «hardhet» eller styrken og F1 viser rømmes klebrighet (evnen til å holde igjen). F2 viser prøvens maksimale motstand i den første kompresjon, der gelens styrke vises i verdien til F2. Jo høyere F2 verdi, jo fastere er gelen til rømme. Mellom hver måling ble proben skrudd løs, skylt under vann og tørket av, og skrudd tilbake, slik at den var ren og klar til neste måling.



Figur 13. TPA-kurve for rømme SaX etter en måling, der hver prøve ble målt tre ganger på ulike punkter på produktets overflate. Loddrett akse vises force (kraft) i g, og vannrett akse viser tiden i sekunder.

#### 3.3.4.3 Måling av viskositet

Viskositets målinger ble gjennomført ved hjelp av et reometer (Anton Paar, Physica MCR 301, Østerrike) som var koblet opp til dataprogrammet Rheoplus/32 V3.40 (Anton Paar). Under målingene ble det benyttet en kopp (Measuring Cup-C-CC27/T200/Ti, Anton Paar, Østerrike) med volum ca. 20 mL og en konsentrisk probe (CC27/Ti, Anton Paar, Østerrike). Utstyret som ble brukt vises i Figur 14. Reometeret er også utstyrt med Peltier temperaturregulering som gjør det mulig for prøven å opprettholde en ønsket temperatur.





Figur 14. Reometer Physica MCR 301 fra Anton Paar (Østerrike) utstyrt med en konsentrisk probe (CC27/Ti, Anton Paar, Østerrike) og kopp (Measuring Cup-C-CC27/T200/Ti, Anton Paar, Østerrike) (Foto: Karima Eid Bacha).

Ved hjelp av rotasjonsanalyse (CSR - «Controlled shear rate») ble viskositeten målt, der viskositet (Pa·s) og skjærspenning (Pa) ble analysert som en funksjon av økende skjærhastighet (1/s). Koppen ble fylt med ca. 20 mL rømmeprøve. For å unngå støy i resultatene ble det bestemt at målingene av viskositeten ble gjennomført ved en lineær økende skjærhastighet fra 2-100 1/s.

Hvert forsøk resulterte i 29 målinger per prøve, der målingene av viskositet (Pa·s), skjærspenning (Pa) og skjærhastighet (1/s) ble gjort hvert femte sekund. For hver prøve ble det utført to gjentak, og mellom hver måling ble proben og koppen vasket og tørket av før den ble fylt opp med ny prøve. Reometeret var innstilt slik at alle målingene ble gjennomført ved 4°C. Betingelsene under utførelsen av rotasjonsanalysene vises i Tabell 7.

Tabell 7. Betingelser ved rotasjonsanalyse (Anton Paar, Physica MCR 301, Østerrike).

Målepunkter	1-29
Skjærhastighet (1/s)	2-100
Tid i hvert målepunkt	5 sek
Temperatur	4 °C
Målingssystem	Kopp: Measuring Cup-C-CC27/T200/Ti Probe: CC27/Ti

### 3.3.4 Statistisk analyse

For å undersøke effekten av pulver (SMP og KMP) og pulvertilsetning (0%, 0,5% og 1,0%) syrekultur (XT-313 og Probat 505) og blokk (gjentak) med hensyn på reologiske, kjemiske og sensoriske analyser, ble en variansanalyse i form av ANOVA (Analysis of variance) utført ved hjelp av statistikk- programmet R Commander versjon 3.4.1 (©2017 The R Foundation for Statistical Computing, Wien, Østerrike). Modellen som ble brukt var en lineær modell type 2:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + \tau_j + g_k + \tau_{gjk} + \epsilon_{ijk}$$

Responseren i forsøket er  $Y_{ijk}$  som undersøker forsøksfaktorene pulvertilsetning ( $\tau_j$ ,  $j=1-3$ ), syrekultur ( $g_k$ ,  $k=1-2$ ), blokk ( $\beta_i$ ,  $i=1-3$ ) og interaksjonseffekten av proteintilsetning\*syrekultur ( $\tau_{gjk}$ ) og en uforklart variasjon  $\epsilon_{ijk}$ . Her ble en nullhypotese ( $H_0$ ) testet mot en alternativ hypotese ( $H_1$ ), der  $H_0$  sier at forsøksfaktorene ikke hadde noe effekt på det rømmes kvalitet, mens  $H_1$  sier at forsøksfaktorene hadde en effekt på kvaliteten. På et signifikansnivå på 5 % (forkastningsnivå) ble hypotesen testet, som sier hvor stor sannsynlighet for en forkastingsfeil en godtar og dette er testens signifikansnivå som angis som en p-verdi. Hvis p-verdien er  $<0,05$  kan en med 95 % sikkerhet si at det er en signifikant effekt av forsøksfaktorene og derfor kan  $H_0$  forkastes. Forsøksfaktorene ble undersøkt med hensyn på proteininnhold, gelstyrke og gel klebrighet, viskositet og sensoriske egenskaper. For å skille de signifikante forskjellene mellom forsøksfaktorene ble det utført en Tukey's (HSD) parvis sammenligningstest som rangerte disse etter høyeste nivå (a) til laveste nivå (b). Testen ble utført i R Commander.

### 3.3.5 Prinsippal komponent analyse (PCA)

Det ble i tillegg benyttet PCA ved analysering av rømmes protein – og tørrstoffinnholdet, viskositet, gelstyrke, gel klebrighet og sensoriske egenskaper for å kartlegge sammenhengen mellom fremstilt rømme og kommersiell rømme. PCA ble utført ved hjelp av programmet The Unscrambler®X versjon V10.4.4 (CAMO Software AS, Oslo, Norge). PCA reduserer variabelmangfoldet ved å finne sett av noen av variablene som forklarer variasjonen i det opprinnelige settet best og mønsteret i data blir funnet (Aamodt et al., 2005). Analysen viser om variablene en tester har en sammenheng med hverandre.

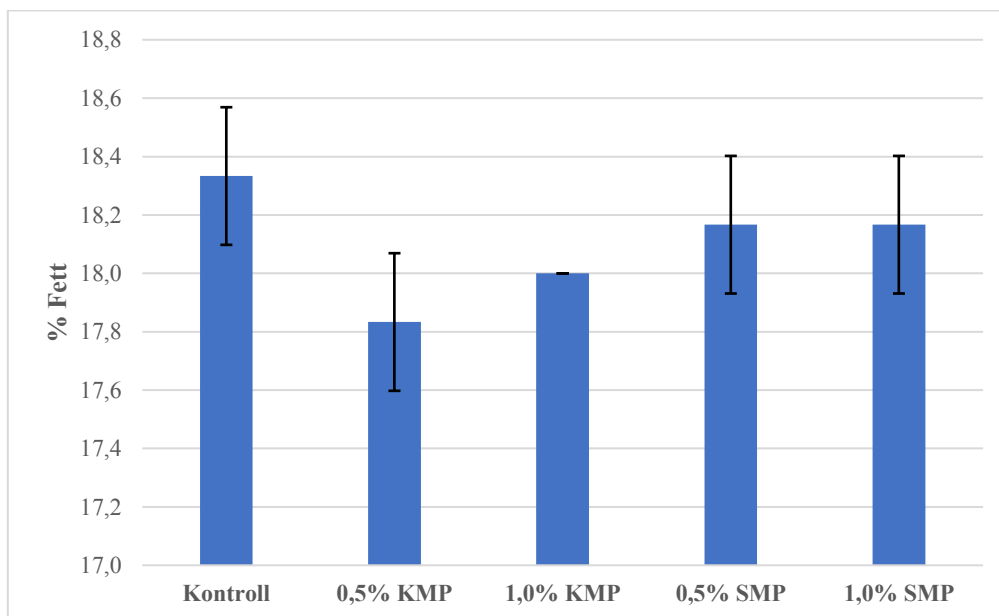


## 4 Resultater

### 4.1 Analyse av fett-, protein- og tørrstoffinnholdet

Under fremstillingen av rømme ble det laget fem batcher med rømmebase med forskjellig mengde tilsatt pulver kjernemelkpulver (KMP) eller skummetmelkepulver (SMP) og en kontroll uten tilsatt pulver. I forsøket ble hver batch i hver blokk testet for innholdet av fett, protein og tørrstoff. Alle resultatene er i %, og standardavviket (SD) er et mål på verdiens avvik fra gjennomsnittet. Rådata til fettanalysene er vedlagt denne oppgaven (Vedlegg 5, Tabell 5.1).

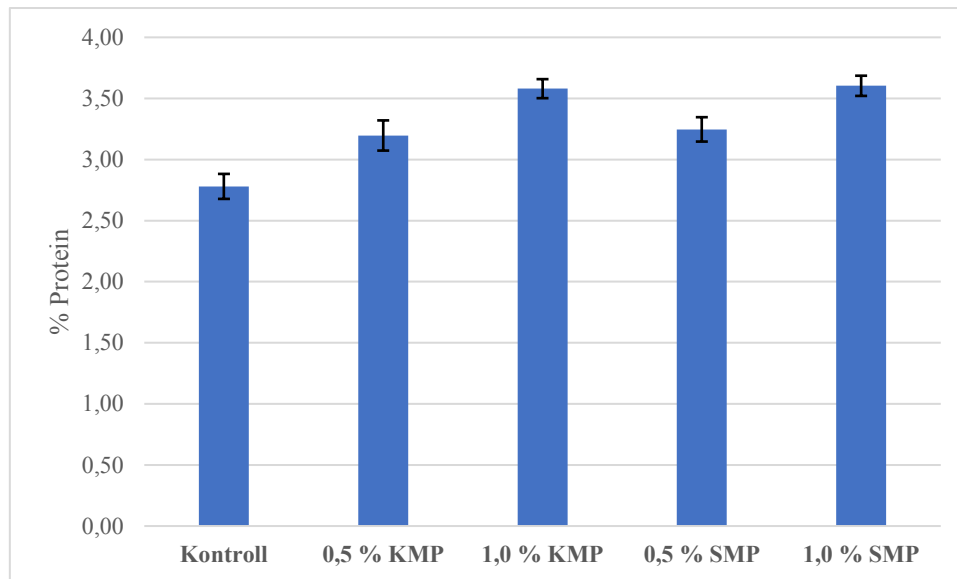
Innholdet av fett i rømme vises i Figur 15.



Figur 15. Fettinnholdet i rømmebasene. Tallmaterialet er det gjennomsnittlige fettinnholdet i rømmebasene for alle blokkene med  $\pm$  SD.

Figur 15 viser det gjennomsnittlige fettinnholdet til rømmebasene. Rømmes ønskede fettinnhold er 18 % og dette var noe de fleste rømmesebasene oppnådde der fettinnholdet varierte mellom 17,5 % og 18,5 %. Rømmebasenes SD var liten.

Proteininnholdet i rømmebasene vises i Figur 16. Rådataen til proteinanalysen er vedlagt denne oppgaven (Vedlegg 6 og Vedlegg 7, Tabell 7.1).



Figur 16. Proteininnholdet i rømmebasene. Tallmaterialet er det gjennomsnittlige proteininnholdet i rømmebasene for alle blokkene med  $\pm$  SD.

Figur 16 viser endringen i proteininnholdet i rømmebasene som følge av proteinanrikning. Proteininnholdet i rømmebasene økte med økt proteinanrikning. Variasjonen av proteininnholdet (SD) var størst hos 0,5 % KMP, men minst hos 1,0 % KMP.

Kontrollens proteininnhold ble målt før varmebehandling og pulveranrikning ved hjelp av MilcoScan™. Tabell 8 viser det forventede proteininnholdet i rømmebasene basert på målingen fra MilcoScan (av kontrollen) mot målt og beregnet proteininnhold etter pulveranrikning og varmebehandling ved hjelp av mikro-Kjeldahl metoden.

Tabell 8. Sammenligning av målt proteininnhold mot det forventede proteininnholdet i de ferdige rømmebasene etter proteinanrikning med skummetmelkepulver (SMP) eller kjernemelkepulver (KMP).

Rømmebase	Blokk 1		Blokk 2		Blokk 3	
	Målt (%)	Forventet (%)	Målt (%)	Forventet (%)	Målt (%)	Forventet (%)
<b>Kontroll**</b>	2,77	2,91*	2,91	2,98*	2,66	2,74*
<b>0,5 % KMP</b>	3,13	3,41	3,37	3,48	3,09	3,24
<b>1,0 % KMP</b>	3,52	3,91	3,69	3,98	3,53	3,74
<b>0,5 % SMP</b>	3,22	3,41	3,38	3,48	3,14	3,24
<b>1,0 % SMP</b>	3,55	3,91	3,72	3,98	3,54	3,74

\* Proteininnholdet til kontrollen uten proteinanrikning før homogenisering og varmebehandling. Målt ved MilcoScan™.

\*\* Kontroll er rømmebase uten pulveranrikning

Tabell 8 viser et lavere proteininnhold hos Kontroll etter varmebehandlingen ved alle blokkene. Det var ønsket en proteinøkning på 0,5 % i produktene 0,5 % KMP og 0,5 % SMP, noe som ikke vises. Dette ble heller ikke oppnådd i produktene 1,0 % KMP og 1,0 % SMP, der det var ønsket en proteinøkning på 1,0%. Rømmebasenes proteininnhold var nærmest det forventede proteininnholdet i blokk 2, men i blokk 1 var proteininnholdet mest avvikende fra det forventede. Rømme med tilsetningen av SMP hadde et høyere proteininnhold enn rømme med tilsetning av KMP. Rømmebasens proteininnhold før varmebehandlingen var målt ved bruk av MilcoScan™, mens rømmebasens endelige proteininnhold ble målt og beregnet ved hjelp av mikro-Kjeldahl-metoden.

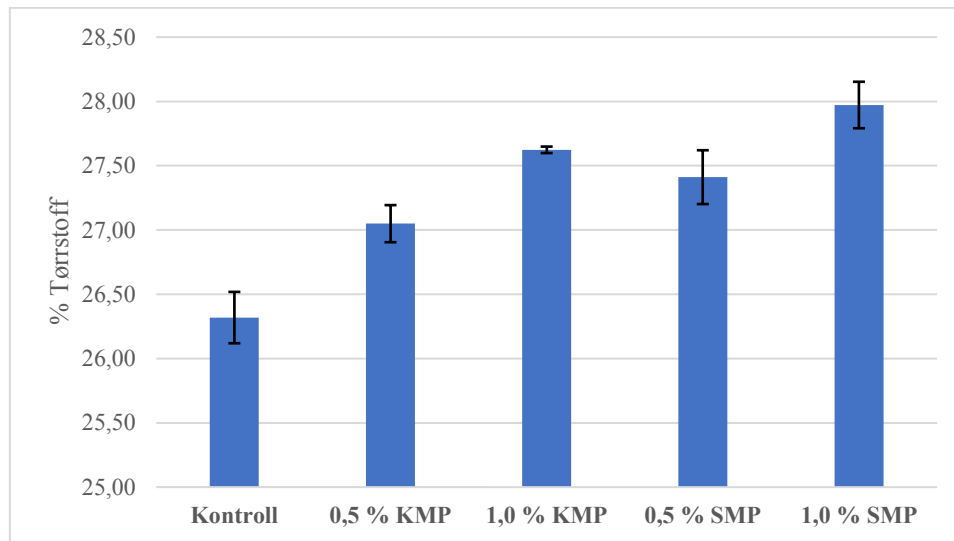
I forsøket ble det observert en fouling på heteflaten i blandebeholderne etter varmebehandling ved 95°C i 5 min. Figur 17 viser blandebeholderens utseende etter varmebehandling og tapping av én rømmebase før vaskingen.



*Figur 17. Blandebeholderens utseende etter tapping av en rømmebase (Foto: Judith Narvhus).*

Figur 17 viser rester av rømmebasen i blandebeholderen etter tappingen. Dette ble observert for alle rømmebasene etter varmebehandlingen i hver blokk. Rømmebasens resultater kan ha blitt påvirket av dette.

Resultatene fra tørrstoff analysen vises i Figur 18. Rådata til tørrstoffanalysen er vedlagt denne oppgaven (Vedlegg 8 og Vedlegg 9, Tabell 9.1).



Figur 18. Tørrstoffinnholdet til rømmebasene. Tallmaterialet er gjennomsnittsverdier av tørrstoffinnholdet for alle blokkene med  $\pm$  SD.

Figur 18 viser en økning i tørrstoffinnholdet hos alle rømmebasene med økt tilsetning av pulver. Tørrstoffinnholdet var lavest hos kontrollen som ikke hadde en tilsetning av pulver. Rømmebasene med tilsetning av SMP hadde et høyere tørrstoffinnhold enn rømmebasene med KMP. Variasjonen av tørrstoffinnholdet (SD) var størst hos 0,5 % SMP, mens lavest hos 1,0 % KMP.

Det ble utført to-veis ANOVA analyse på protein- og tørrstoffinnholdet i rømmebasene, der forsøksfaktorene blokk, pulver, proteintilsetning og syrekultur, og interaksjonen mellom proteintilsetning og syrekultur ble testet. Resultatene vises i Tabell 9.

Tabell 9. Analyse av protein- og tørrstoffinnholdet i rømme, analysert ved ANOVA og Tukey's test.<sup>1,2</sup>

	Signifikans				
	Blokk	Pulver	Protein tilsetning (PT)	Syrekultur	PT*syrekultur
<b>Protein (%)</b>	NS 1: a 2: a 3: a	NS KMP: a SMP: a	+++ 0 % : b 0,5 %: ab 1,0 %: a	NS XT-313: a Probat 505: a	NS
<b>Tørrstoff (%)</b>	NS 1: a 2: a 3: a	NS KMP: a SMP: a	+++ 0 % : b 0,5 %: ab 1,0 %: a	NS XT-313: a Probat 505: a	NS

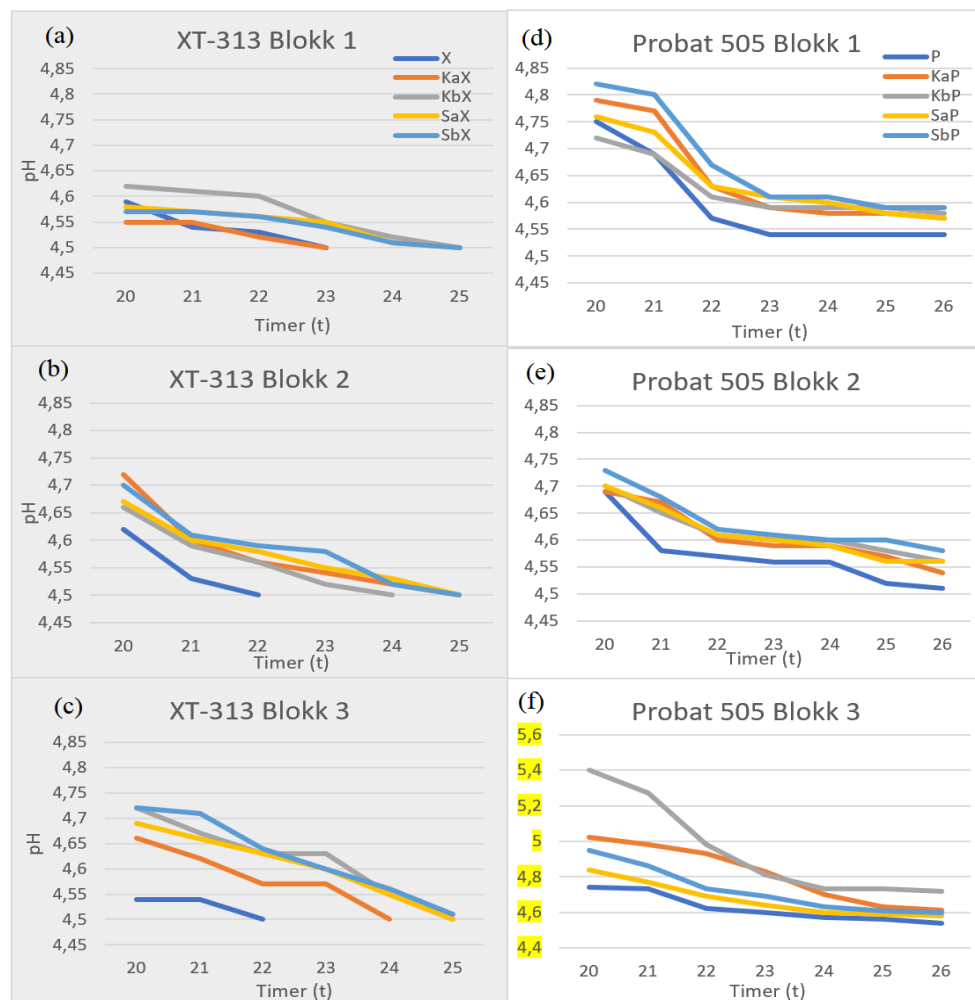
<sup>1</sup> Signifikante effekter vises som + (p<0,05), ++ (p<0,01) og +++ (p<0,001). NS = ikke signifikant.

<sup>2</sup> Signifikante forskjellene mellom respons - variablene angis som bokstaver a og b, hvor a er høyest nivå og b er lavest Nivå.

Det var ingen signifikante effekter av forsøksfaktorene blokk, pulver, syrekultur og interaksjonen mellom pulver\*syrekultur (Tabell 9) på protein – og tørrstoffinnholdet til rømmebasene. Det var imidlertid en signifikant effekt ( $p < 0,001$ ) for forsøksfaktoren proteintilsetning på protein – og tørrstoffinnholdet.

## 4.2 pH måling

Den første pH målingen i syret rømme ble utført etter 20 timers syring. Utviklingen av pH i rømme for hver blokk vises i Figur 19. Rådata for pH målingene er vedlagt denne oppgaven (Vedlegg 10, Tabell 10.1 og Tabell 10.2).



Figur 19. Utvikling av pH i rømme under syring etter 20 t til endt syring. Grafene er delt inn etter syrekultur, grå er XT-313 (a-c) og hvit er Probat 505 (d-f), der (f) pH verdier er markert gult grunnet høye pH verdier. Tallmaterialet er målinger av pH i rømme for hver blokk.

Figur 19 viser at pH-en i rømme fremstilt med syrekulturene XT-313 og Probat 505 ble lavere under fermenteringen. Syringstiden varierte fra 22 til 26 t, og var kortest for rømme fremstilt

med syrekulturen XT-313 og lengst for rømme fremstilt med Probat 505. Slutt pH i produktene varierte noe, og lå mellom 4,5 og 4,6, med unntak av prøve KbP i blokk 3 hvor endelige pH var høyere enn 4,7.

### 4.3 Reologiske egenskaper hos rømme

Det ble utført reologiske målinger på fremstilt rømme etter 7 dager kjølelagring ved 4°C. Rømmes reologiske egenskaper ble undersøkt ved hjelp av teksturanalyser og viskositetsmålinger. De reologiske målingene ble også utført på de tre kommersielle rømmeproduktene (TINE LR, TINE LCF og Q LR).

Rømmes reologiske resultater ble undersøkt ved hjelp av en to-veis ANOVA analyse som sjekket effekten av blokk, pulver (KMP og SMP), proteintilsetning (PT), syrekultur og interaksjonen mellom PT og syrekultur. Resultatene vises i Tabell 10.

Tabell 10. Analyse av viskositet, gelstyrke og gel klebrighet i rømme, analysert ved ANOVA og Tukey's test.<sup>1,2</sup>

	Signifikans				
	Blokk	Pulver	Proteintilsetning (PT)	Syrekultur	PT*syrekultur
<b>Viskositet (Pa*s)</b>	NS	NS	+++	NS	NS
	1: a	KMP: a	0 % : b	XT-313: a	
	2: a	SMP: a	0,5 %: ab	Probat 505: a	
	3: a		1,0 %: a		
<b>Gelstyrke (g)</b>	+	NS	NS	NS	NS
	1: ab	KMP: a	0 % : a	XT-313: a	
	2: a	SMP: a	0,5 %: a	Probat 505: a	
	3: b		1,0 %: a		
<b>Gel klebrighet (g)</b>	NS	NS	+	NS	NS
	1: a	KMP: a	0 % : ab	XT-313: a	
	2: a	SMP: a	0,5 %: b	Probat 505: a	
	3: a		1,0 %: a		

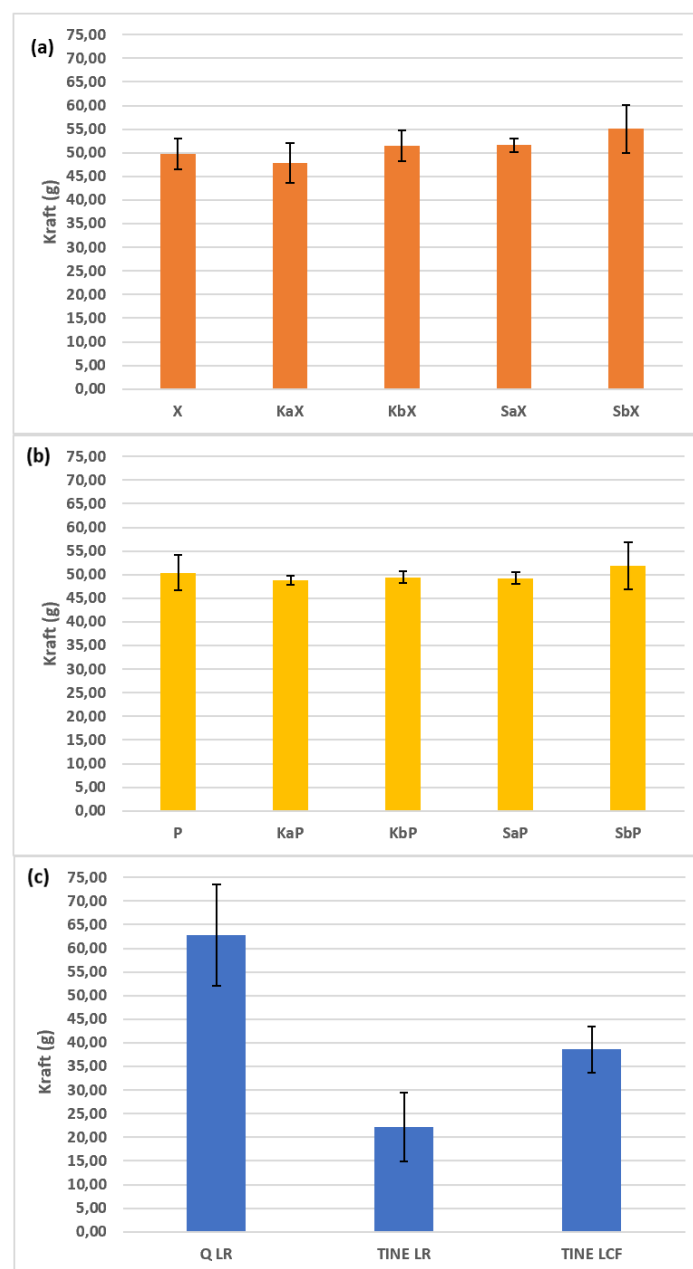
<sup>1</sup> Signifikante effekter vises som + (p<0,05), ++ (p<0,01) og +++ (p<0,001). NS = ikke signifikant.

<sup>2</sup> Signifikante forskjellene mellom respons - variablene angis som bokstaver a og b, hvor a er høyest nivå og b er lavest nivå

Tabell 10 viser ingen signifikant effekt for blokk, pulver og syrekultur, samt for interaksjon mellom proteintilsetning og syrekultur på rømmes viskositet og gel klebrighet. Viskositet (p<0,001) og gel klebrighet (p<0,05) ble signifikant påvirket av proteintilsetning, rømme fremstilt i blokk 2 hadde signifikant sterkere gel enn i blokk 1 og 3.

### 4.3.1 Gelstyrke og gel klebrighet

Gelstyrken og gel klebrigheten til fremstilt rømme med syrekulturene XT-313 og Probat 505 og de kommersielle produktene ble undersøkt. Gelstyrken og klebrigheten ble målt ved å se kraft verdier, Force (g), der resultatet gav tre kraft verdier F1, F2 og F3. I dette forsøket var F1 og F2 verdiene relevante. F2 verdien beskriver gelens maksimale motstand mot kompresjonen. Jo høyere F2 verdien er, jo fastere/sterkere er gelen. F1 beskriver gelens klebrighet (evnen til å slippe) og denne verdien er negativ. Jo høyere negativ verdi, jo mer klebrig er rømme. Resultatene fra målingen av gel styrkene til rømme vises i Figur 20. Rådata for målingen av gelstyrken til rømme er vedlagt denne oppgaven (Vedlegg 11, Tabell 11.1).



Figur 20. Gelstyrken (g) til rømme fremstilt med syrekultur XT-313 (a), Probat 505 (b) og kommersiell rømme (c). Tallmaterialet er gjennomsnittsverdier av blokkene med  $\pm$  SD.

Figur 20 (a) viser gel styrken til rømme fremstilte med syrekultur XT-313 varierte mellom blokkene, hvor SaX hadde den minste SD. Gelstyrken økte med økt proteinanrikning, med unntak av KaX som hadde den minste målte gelstyrken (~ 47,5 g). Høyest målt gelstyrken var målt hos rømme med en proteinøkning på 1,0% med SMP (SbX, ~55 g).

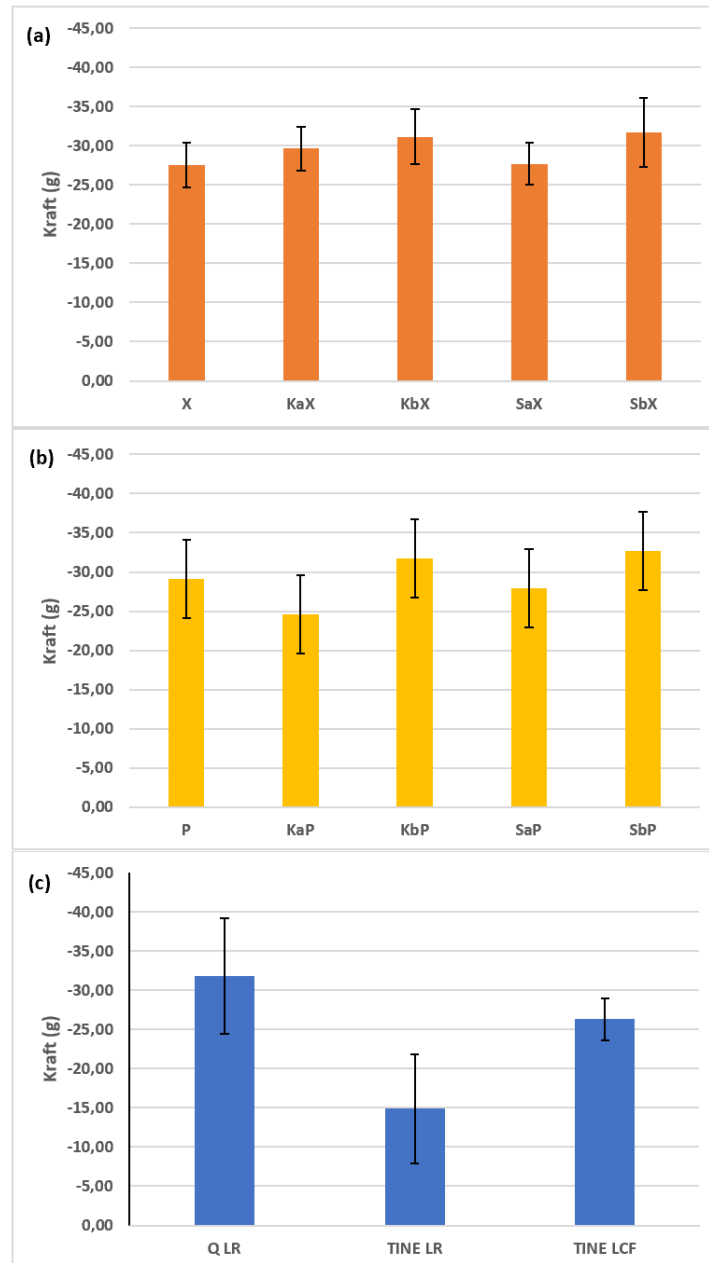
Figur 20 (b) viser en liten variasjon (SD) mellom blokkene for rømme fremstilt med Probat 505. Unntatt for rømme uten proteinanrikning (P) og rømme med en proteinøkning på 1,0 % med SMP (SbP). Gel styrken til rømme med en proteinøkning på 0,5 % med KMP var ganske lik hos rømme med en proteinøkning på 1,0 %. Rømme uten proteinanrikning (P) hadde en høyere gjennomsnittlig målt gelstyrke (~ 50 g) enn rømme med KMP (uavhengig av proteinøkning) og rømme med en proteinøkning på 0,5 % med SMP. Høyest målt gjennomsnittlig gelstyrke var hos rømme med proteinøkning på 1,0%, SbP (~ 51 g).

Figur 20 (c) viser gel styrken til kommersielle rømme varierte mellom blokkene, hvor SD var størst hos Q LR og minst hos TINE LCF. Q LR hadde den høyeste målte gjennomsnittlige gelstyrken (~ 62g), mens TINE LR hadde den minste (~ 21g). TINE LCF hadde en gelstyrke på ca. 39 g.

Rømme fremstilt med XT-313 hadde en høyere gjennomsnittlig gelstyrke enn rømme fremstilt med Probat 505, unntatt for rømme fremstilt med XT-313 med en proteinøkning på 0,5% med KMP som hadde den laveste målte gelstyrken. Rømme med en proteinøkning med SMP hadde en høyere målt gelstyrke enn rømme med en proteinøkning med KMP, uavhengig av nivå. TINE kommersielle rømmeprodukter hadde en lavere målt gelstyrke enn de produsert rømme. Resultatene fra ANOVA-analysen (Tabell 10) viste bare signifikant effekt ved pulvertilsetning på rømmes gel styrke.

Resultatene fra målingen av gel klebrigheten til rømme vises i Figur 21. Rådata for målingen av gel klebrigheten til rømme er vedlagt denne oppgaven (Vedlegg 12, Tabell 12.1).





Figur 21. Gel klebrigheten ( $F1$ , negativ verdi, g) til rømme fremstilt med syrekulturen XT-313 (a), Probat 505 (b) og kommersiell rømme (c). Tallmaterialet er gjennomsnittsverdier av blokkene med  $\pm$  SD.

Figur 21 (a) viser at variasjonen i gelens klebrighet mellom blokkene for rømme fremstilt med syrekulturen XT-313 var ganske lik med et  $\pm$  SD på ca.  $-2,5$  g. Gel klebrigheten til rømme økte med økt proteinøkning. Dette gjaldt ikke for rømme med en proteinøkning på 0,5% med SMP (SaX) som hadde en gjennomsnittlig lik gelstyrke som rømme uten pulveranrikning på ca.  $-27,5$  g. Høyest gjennomsnittlig målt klebrighet var hos rømme med en proteinøkning på 1,0% med SMP (SbX).

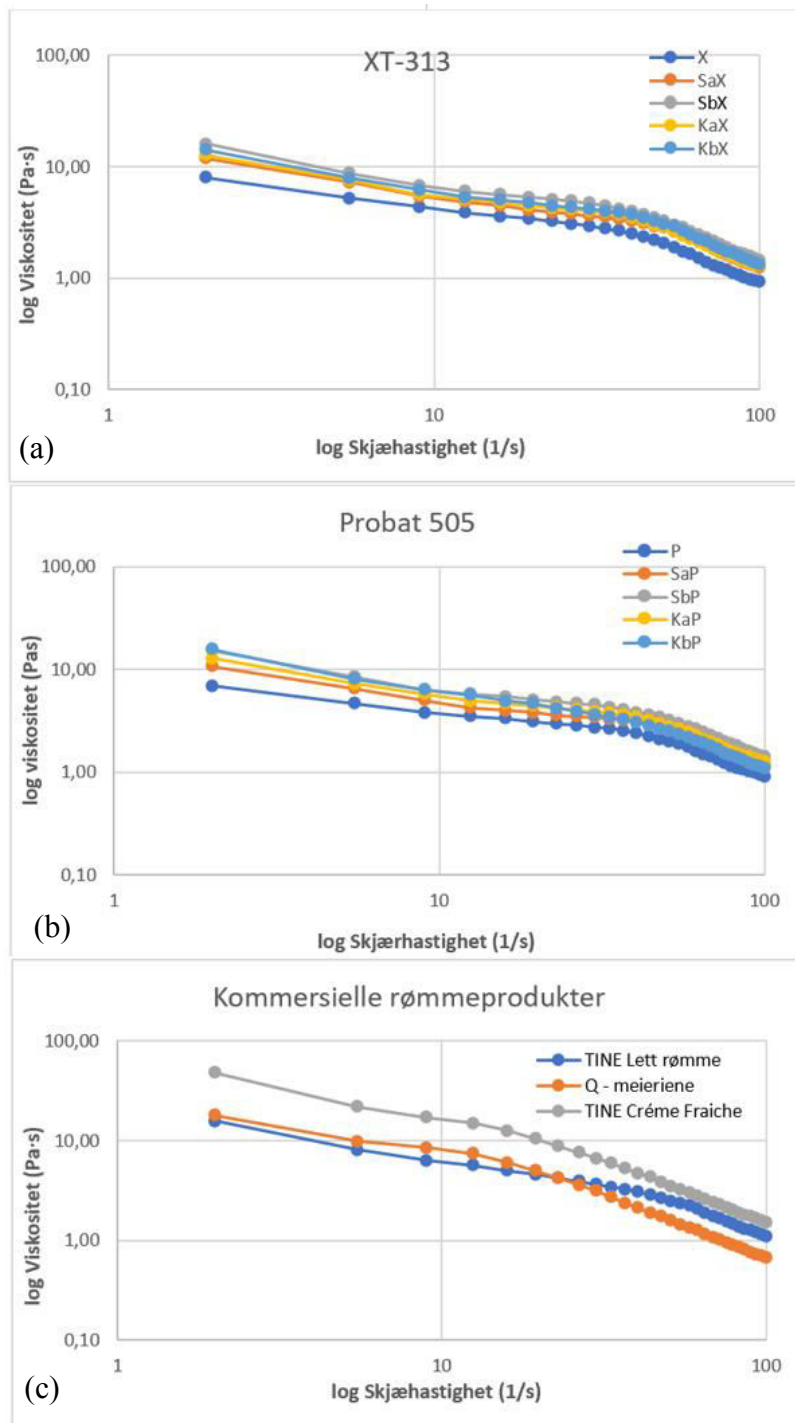
Figur 21 (b) viser at variasjon i gelens klebrighet mellom blokkene for rømme fremstilt med syrekultur Probat 505 var ganske lik med et  $\pm$  SD på ca. -5 g. Gel klebrigheten til rømme med en proteinøkning på 0,5 % økte hos rømme med en proteinøkning på 1,0 %. Rømme uten proteinanrikning (P) hadde en høyere gjennomsnittlig målt gel klebrighet ( $\sim$  -29 g) enn rømme med proteinøkning på 0,5% med KMP eller SMP. Høyest målt gjennomsnittlig gel klebrighet var hos rømme med proteinøkning på 1,0%, SbP ( $\sim$  -32,5 g). SD var ganske likt for all rømme fremstilt med Probat 505.

Figur 21 (c) viser at variasjon i gelens klebrighet mellom blokkene for kommersiell rømme TINE LR og Q LR var ganske lik med et  $\pm$  SD på ca. - 7,5 g. Q-LR som hadde den største gjennomsnittlige gel klebrigheten ( $\sim$  -32,5g), mens TINE LR hadde den laveste klebrigheten ( $\sim$  -15,0 g). Det var minst variasjon i gel klebrighet mellom blokkene for TINE LCF.

Rømme fremstilt med XT-313 med en proteinøkning med SMP eller KMP hadde relativt lik gel klebrighet som rømme fremstilt med Probat 505 med proteinøkning med SMP eller KMP, unntatt rømme fremstilt med Probat 505 med en proteinøkning på 0,5% med KMP som hadde den laveste målte gel klebrigheten. Det ble ikke funnet signifikant effekt av blokk, syrekultur og pulver på gel klebrigheten til rømme, men på pulvertilsetning forekom det en signifikant effekt på gel klebrigheten (Tabell 10). Rømme med en proteinøkning med SMP hadde en høyere målt gelstyrke enn rømme med en proteinøkning med KMP, uavhengig av nivå. TINE kommersielle rømmeprodukter hadde en lavere målt gelstyrke enn forsøksrømme.

#### 4.3.2 Viskositetsmålinger

Ved hjelp av rotasjonsanalyse ble viskositeten til rømme målt, der viskositet (Pa·s) og skjærspenning (Pa) ble analysert som en funksjon av økende skjærhastighet (1/s). Viskositetsmålingene ble utført ved en lineær økende skjærhastighet på 2 – 100 1/s ved 4 °C med 29 målepunkter, der hver prøve ble analysert to ganger. En grafisk fremstilling av viskositetsmålingene (gjennomsnittverdier av blokkene) vises i Figur 22. Rådata for viskositetsmålingene er vedlagt denne oppgaven (Vedlegg 13, Tabell 13.1).

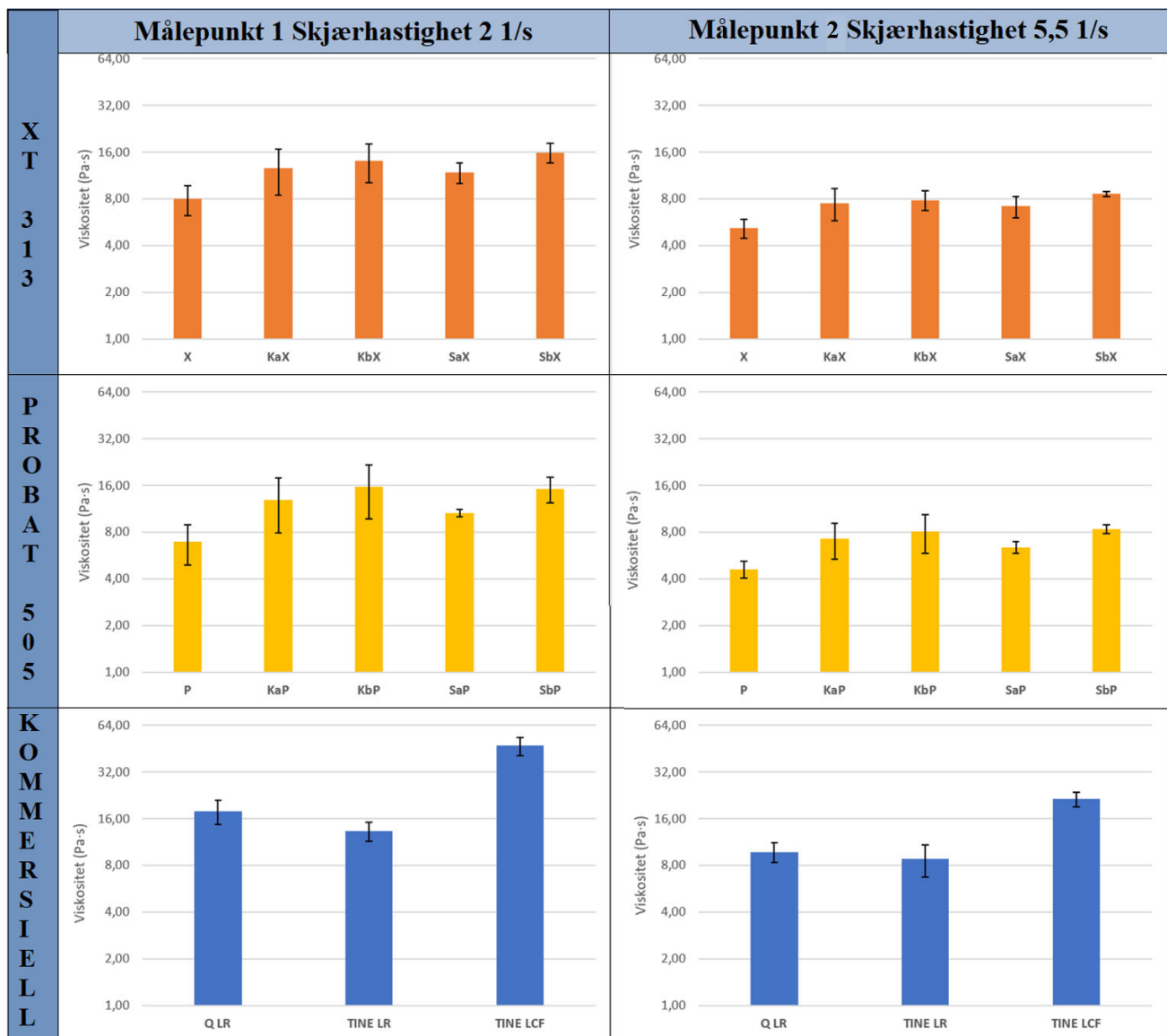


Figur 22. Viskositetsmålinger (Pa·s) i log:log-skala ved hvert målepunkt med økende skjærhastighet fra 2 – 100 1/s. Målingene er gjennomsnittsverdier av blokkene sortert etter syrekultur (XT-313 og Probat 505) og kommersielle rømmeprodukter.

Figur 22 (a), (b) og (c) viser at viskositeten minket ved økt skjærhastighet, der viskositeten var størst i det første målepunktet og minst i det siste målepunktet med en skjærhastighet på 100 1/s. Videre viser grafene i Figur 22 (a) og (b) at viskositeten minket relativt likt for rømme med XT-313 og Probat 505. Kontrollprøvene (X og P) viste også en lavere viskositet gjennom hele

viskositetsmålingen. For de kommersielle rømme var det første målepunktet til TINE LCF mye høyere enn Q-LR og TINE LR (Figur 22 (c)).

Viskositetsmålingene (Pa·s) ved målepunkt 1 (skjærhastighet 2 1/s) og målepunkt 2 (skjærhastighet 5 1/s) på rømme vises i Figur 23.



Figur 23. Viskositetsmålinger (Pa·s) ved målepunkt 1 (2 1/s) og 2 (5,5 1/s) utført på rømme fremstilt med syrekulturene XT-313 og Probat 505, og kommersiell rømme. Tallmaterialet er gjennomsnittsverdier av blokkene med  $\pm$  SD.

Figur 23 viser at viskositeten til rømme var lavere ved en skjærhastighet på 5,5 1/s enn ved 2 1/s. Viskositeten til rømme økte med økt proteinøkning, uavhengig av syrekultur. Ved sammenligning av rømme fremstilt med ulike syrekulturer (XT-313 og Probat 505) var den høyest gjennomsnittlige viskositeten målt hos rømme fremstilt med syrekulturen XT-313 med

en proteinøkning på 1,0% med SMP (~16 Pa·s). Rømme fremstilt med syrekulturen Probat 505 med en proteinøkning på 0,5% med KMP og en proteinøkning på 1,0% med SMP kommer rett etter med en viskositet rett under 16 Pa·s. Den laveste gjennomsnittlige viskositeten ble målt hos kontrollrømme uten proteinanrikning for begge syrekulturene, X og P, 8 Pa·s og ~7 Pa·s. TINE LCF hadde den høyeste viskositeten ~55 Pa·s ved en skjærhastighet på 2 1/s. Q LR hadde en høyere viskositet enn fremstilt rømme uavhengig av syrekultur med en viskositet på ~18 Pa·s. TINE LR hadde en høyere viskositet enn fremstilt rømme uten proteinanrikning og med en proteinøkning på 0,5%, uavhengig av syrekultur eller pulver. Trendene ved målepunkt 1 (2 1/s) vises også ved målepunkt 2 (5,5 1/s), men TINE LR hadde en høyere viskositet enn rømme fremstilt med XT-313 eller Probat 505 ved målepunkt 2 (5,5 1/s).

#### 4.4 Sensorisk analyse

Sensorisk analyse av fremstilt rømme med ulike syrekulturer (XT-313 og Probat 505) ble utført etter 6-8 dager kjølelagring ved 4 °C for ved alle blokkene. Hensikten var å evaluere de følgende sensoriske egenskapene til rømme: blankhet, myseutskillelse, viskositet, fnokker, trådtrekkende egenskaper, glatthet, kremet, syrlighet, rømmesmak, besk smak og bismak. I tillegg ble en helhetsvurdering av rømme utført. Den sensoriske profileringen var en hedonisk bedømmelse utført av seks dommere, der de vurderte de ulike egenskaper på en intensitetsskala fra 1 til 5, der 1 var lav intensitet og 5 var høy intensitet. Dommerpanelet bestemte at rømme med en verdi  $\geq 3,0$  på helhetsvurderingen er salgsvare. Dette ble også testet på tre kommersielle rømmeproduktene, TINE LCF, TINE LR og Q-LR ved hver blokk.

Det ble utført to-veis ANOVA analyse på rømmes sensoriske resultater for hver blokk, der forsøksfaktorene blokk, pulver, proteintilsetning og syrekultur, og interaksjonen mellom proteintilsetning og syrekultur ble testet. Resultatene vises i Tabell 11.

Tabell 11. Analyse av de vurderte sensoriske egenskapene i rømme, analysert ved ANOVA og Tukey's test.<sup>1,2</sup>

Sensoriske egenskaper	Signifikans				
	Blokk	Pulver	Protein tilsetning (PT)	Syrekultur	PT*syrekultur
<b>Blankhet</b>	NS 1: a 2: a 3: a	NS KMP: a SMP: a	NS 0 % : a 0,5 %: a 1,0 %: a	+ XT-313: a Probat 505: b	+++
<b>Myseutskillelse</b>	NS 1: a 2: a 3: a	NS KMP: a SMP: a	NS 0 % : a 0,5 %: a 1,0 %: a	NS XT-313: a Probat 505: a	NS
<b>Viskositet</b>	+ 1: b 2: a 3: ab	NS KMP: a SMP: a	+++ 0 % : b 0,5 %: ab 1,0 %: a	NS XT-313: a Probat 505: a	NS
<b>Fnokker</b>	NS 1: a 2: a 3: a	NS KMP: a SMP: a	NS 0 % : a 0,5 %: a 1,0 %: a	NS XT-313: a Probat 505: a	NS
<b>Trådtrekkende</b>	NS 1: a 2: a 3: a	NS KMP: a SMP: a	NS 0 % : a 0,5 %: a 1,0 %: a	NS XT-313: a Probat 505: a	NS
<b>Glatthet</b>	NS 1: a 2: a 3: a	NS KMP: a SMP: a	NS 0 % : a 0,5 %: a 1,0 %: a	NS XT-313: a Probat 505: a	NS
<b>Kremet</b>	+ 1: ab 2: a 3 :b	NS KMP: a SMP: a	+++ 0 % : b 0,5 %: ab 1,0 %: a	NS XT-313: a Probat 505: a	NS
<b>Rømmesmak</b>	+ 1: ab 2: a 3 :b	NS KMP: a SMP: a	+ 0 % : b 0,5 %: ab 1,0 %: a	NS XT-313: a Probat 505: a	NS
<b>Syrlighet</b>	+++ 1: ab 2: a 3: b	NS KMP: a SMP: a	NS 0 % : a 0,5 %: a 1,0 %: a	+ XT-313: b Probat 505: a	NS
<b>Besk smak</b>	NS 1: a 2: a 3: a	NS KMP: a SMP: a	NS 0 % : a 0,5 %: a 1,0 %: a	NS XT-313: a Probat 505: a	NS
<b>Bi smak</b>	NS 1: a 2: a 3: a	NS KMP: a SMP: a	NS 0 % : a 0,5 %: a 1,0 %: a	+++ XT-313: b Probat 505: a	+

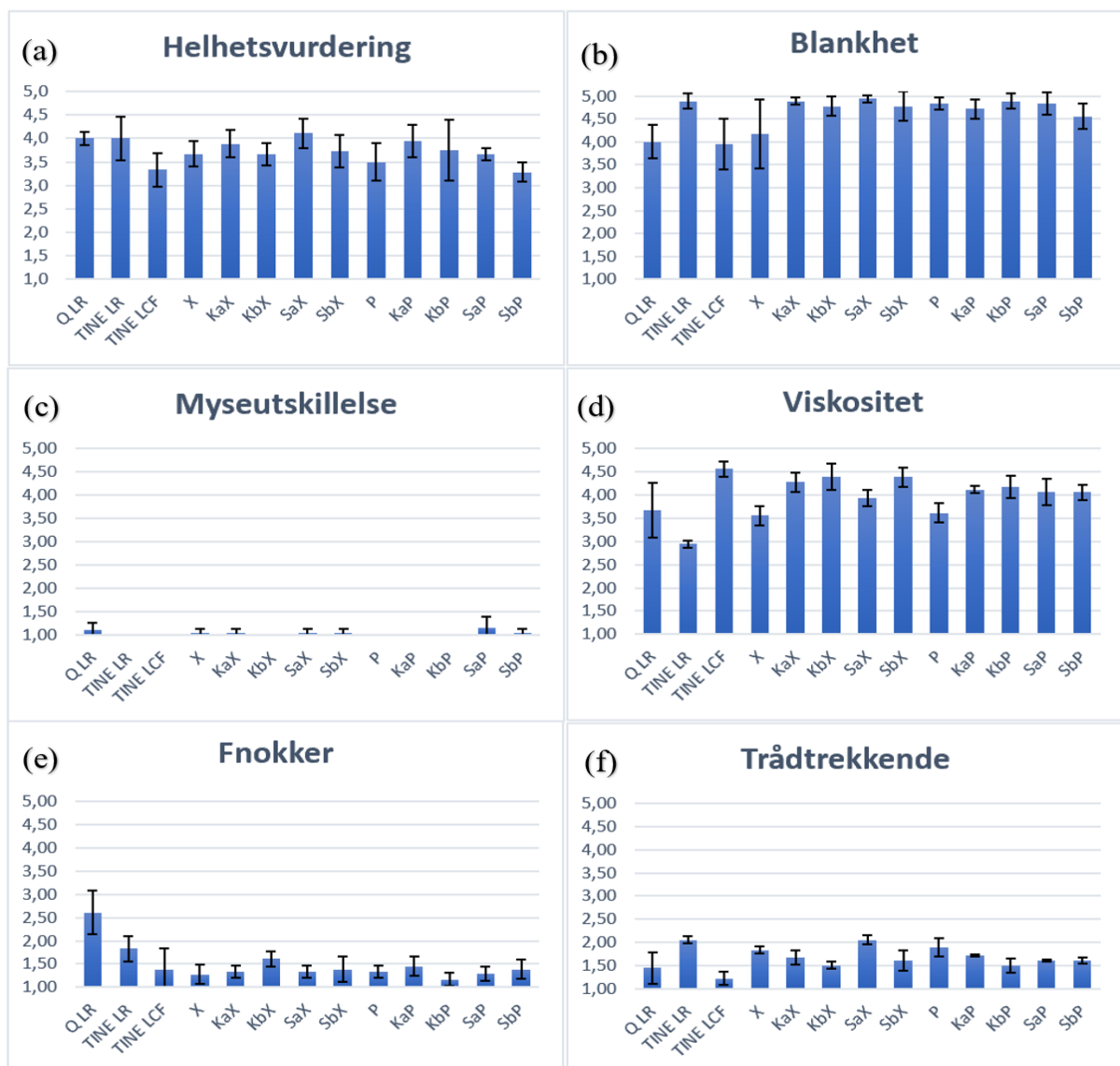
<sup>1</sup> Signifikante effekter vises som + (p<0,05), ++ (p<0,01) og +++ (p<0,001). NS = ikke signifikant.

<sup>2</sup> Signifikante forskjellene mellom respons - variablene angis som bokstaver a og b, hvor a er høyest nivå og b er lavest Nivå.

Tabell 11 viser ingen signifikant effekt av blokk, pulver, proteintilsetning eller syrekultur, samt for interaksjonen mellom proteintilsetning\*syrekultur for rømmes egenskaper ved myse-

utskillelse, fnokker, trådtrekkende, glatthet og besk smak. Faktoren Blokk hadde signifikant innvirkning på viskositet, kremet, rømmesmak og syrlighet. Type pulver (SMP og KMP) hadde ingen innvirkning på de ulike sensoriske egenskapene. Forsøksfaktoren proteintilsetning hadde derimot signifikant effekt på viskositet, kremet og rømmesmak. Type syrekultur hadde signifikant effekt på sensoriske egenskapene blankhet, syrlighet og bi smak. Interaksjonen mellom proteintilsetning\*syrekultur ga signifikant effekt for de sensoriske egenskapene blanket og bi smak.

Resultatene fra den sensoriske profileringen vises i Figur 24 og Figur 25. Rådata fra den sensoriske profileringen er vedlagt i denne oppgaven (Vedlegg 14, Tabell 14.1 og Tabell 14.2).



Figur 24. Sensorisk profilering av rømme ved bruk av en intensitetsskala fra 1-5 for helhetsvurdering, blankhet, myseutskillelse, viskositet, fnokker og trådtrekkende. Tallmaterialet er gjennomsnittsverdier av blokkene med  $\pm$  SD.

Helhetsvurdering beskriver rømmes helhetsinntrykk, så en høy vurdering her representerer en rømme med god kvalitet. Figur 24 (a) viser at rømme fremstilt med en proteinøkning på 0,5% var bedre likt enn rømme fremstilt med en proteinøkning på 1,0 %, uavhengig av pulver og syrekultur. Videre viser resultatene at alle rømmeprøvene fikk en helhetsvurdering over 3,0, noe som betyr at de var en salgsvare. Det var en liten forskjell mellom syrekulturene, der rømme fremstilt med XT-313 var bedre likt enn rømme fremstilt med Probat 505. Rømme med KMP var bedre likt enn rømme med SMP hos rømme fremstilt med Probat 505, mens hos rømme fremstilt med XT-313 var det motsatt. Det vises også at det SD var størst hos TINE LR, P, KaP og KbP, men minst hos SaX.

Figur 24 (b) illustrerer rømmes blankhet. Blankhet er en indikasjonsparameter på rømmes utseende, der en høy intensitet ønskelig ( $>4,0$ ). Det var de fremstilte rømme som hadde den høyeste intensitet av blankhet, unntatt X, sammenlignet med kommersiell rømme. Blant de kommersielle rømme var det TINE LR som scoret høyest på blankhet ( $>4,0$ ).

En lav intensitet av myseutskillelse representerer en rømme med en sterk gel nettverk av god kvalitet ( $\sim 1,0$ ). Figur 24 (c) viser at dette hadde all forsøksrømme, inkl. kommersiell rømme.

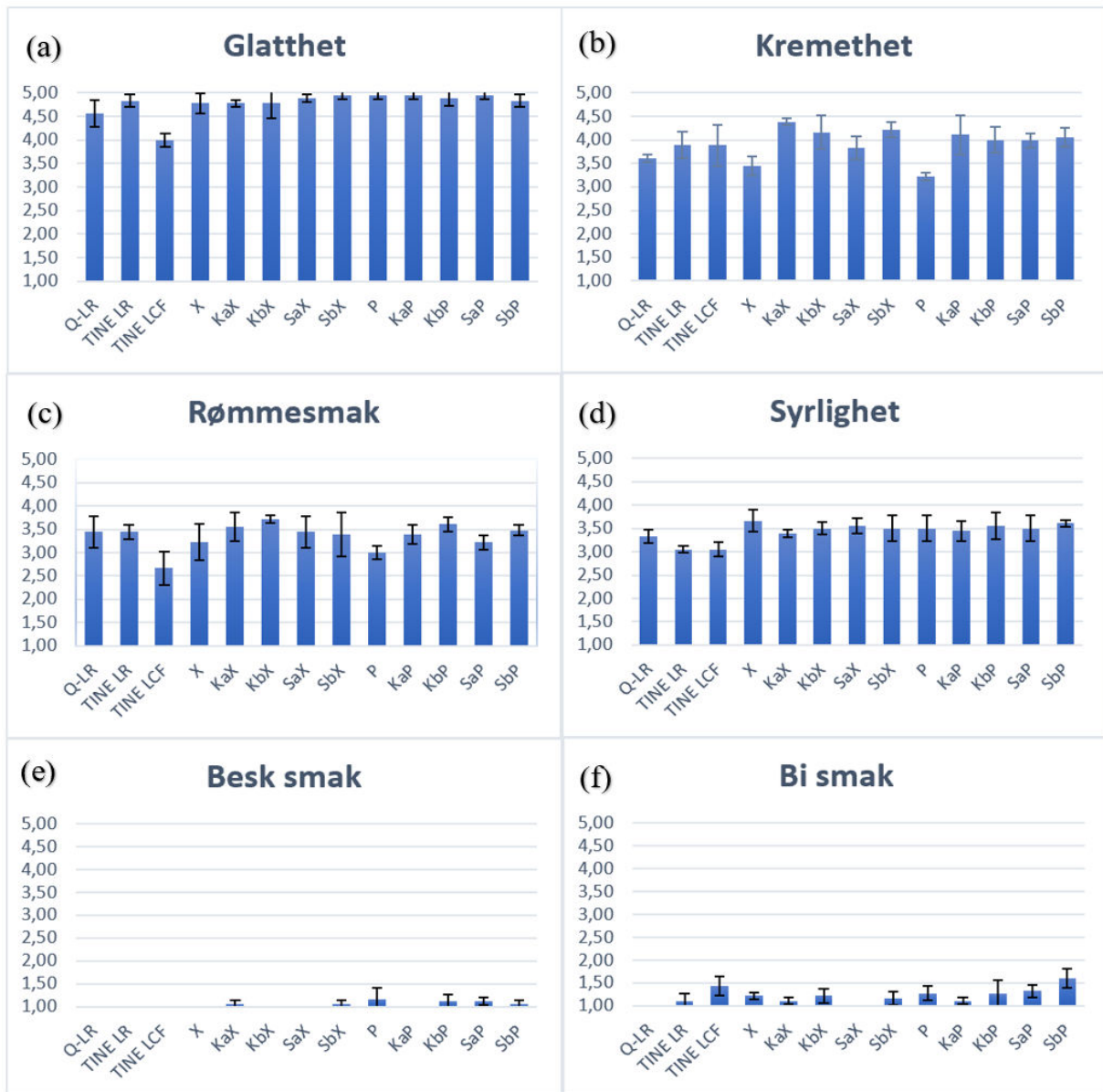
Viskositet representerer konsistensen til rømme, hvor en lav (2,5) viskositet representerer en rømme av ikke god kvalitet. Figur 24 (d) viser at all forsøksrømme hadde en viskositet som var av middel intensitet, noe som er bra. Det vises også at rømmes viskositet økte med økt pulveranriking. Rømme med tilsatt KMP hadde en høyere viskositet enn rømme med tilsatt SMP. Det ble vurdert høyest viskositet i TINE LCF, men TINE LR hadde den laveste viskositeten. Variasjonen av viskositeten (SD) var størst hos Q LR, mens TINE LR og KaP hadde den laveste variasjonen (SD) i viskositeten.

Fnokker er en uønsket kvalitetsparameter i rømme, der en lav intensitet representerer en rømme av god kvalitet. Figur 24 (e) viser at all forsøksrømme hadde en lav intensitet, unntatt Q LR som hadde en middels intensitet av fnokker. SD var størst hos Q LR, TINE LCF, men minst hos KaX og KbP.

Trådtrekkende egenskaper er indikasjonsparameter på rømmes konsistens, der en for høy intensitet ( $>3,5$ ) av trådtrekkende egenskaper er uønsket, da dette kan gi forbrukeren en slimet munnfølelse. Figur 24 (f) viser at forsøksrømme hadde en lav intensitet av trådtrekkenhet. Det var ingen forskjell mellom rømme som var fremstilt med ulik syrekultur. Rømme med en proteinøkning hadde en lavere intensitet av trådtrekkenhet enn kontroll rømme, unntatt SaX.



TINE LR hadde en høyere intensitet fnokker sammenlignet med de kommersielle rømme-produktene.



Figur 25. Sensorisk profilering av rømme ved bruk av en intensitetsskala fra 1-5 for munnfølelse (glatthet og kremethet) og for smak (rømmesmak, syrlighet, besk smak og bi smak). Tallmaterialet er gjennomsnittsverdier av blokkene med  $\pm$  SD.

Glatthet er en munnfølelse bedømmelse der en høy intensitet representerer en rømme med jevn og glatt munnfølelse. En lav intensitet vil rømme oppfattes som melen eller tørr, mens en høy intensitet (>4,0) representerer en rømme av god kvalitet. Figur 25 (a) viser at fremstilt rømme, inkludert Q-LR og TINE LR hadde en høy intensitet, men rømme fremstilt i forsøket hadde en høyere intensitet av glatthet. TINE LCF hadde den laveste intensiteten av glatthet (4,0).

Kremethet er en viktig egenskap hos rømme som representerer rømmes fylldighet, hvor en høy intensitet er ønskelig ( $>3,5$ ). Figur 25 (b) viser at det var de fremstilte rømmeproduktene med en proteinøkning, uavhengig av nivå som hadde den høyeste intensiteten av kremethet ( $\geq 4,0$ ) sammenlignet med de kommersielle rømmeproduktene. Det var kontroll rømme, P og X, som hadde den laveste intensiteten av kremethet (3,0-3,5).

Rømmesmak er en viktig sensorisk egenskap for rømme, der indikasjonsparemeteren som representerer en god kvalitet på rømme er en middels intensitet (3,0-3,5). Det er diacetyl som defineres som rømmesmak. Figur 25 (c) viser at all forsøksrømme, inkl. kommersiell rømme hadde en middels intensitet ( $\geq 3,0$ ) av rømmesmak med unntak av TINE LCF som hadde en lavest intensitet av rømmesmak på ca. 2,5.

Syrlighet representerer rømmes melkesyreproduksjon, der en rømme med en god kvalitet vil ha en balanse av mild syrlighet og rømmesmak. Syrligheten må ikke overgå rømmesmaken, og den må heller ikke være for lav, så en middels intensitet på syrlighet representerer en god kvalitet på rømme (3,0-3,5). Figur 25 (d) viser at all forsøksrømme, inkl. kommersiell rømme hadde en middels intensitet av syrlighet, men TINE LR og TINE LCF hadde en mindre syrlighet. Q LR ble bedømt som den syrligste rømme.

Det ble observert en veldig lav insidens av bi smak hos fremstilt rømme (Figur 25 (f)). Rømme fremstilt med syrekulturen Probat 505 hadde høyest intensitet av bi smak selv om den var veldig liten, men rømme fremstilt med Probat 505 hadde likevel størst SD. TINE LCF hadde også en liten intensitet av bi smak.

Kommentarene som ble gitt til rømme ang. feilanmerkning ved den sensoriske vurderingen ved blokkene er oppsummert i Tabell 12. Kommentarer skrevet av tre eller flere dommere ved hver blokk er tatt med.

Tabell 12. Kommentarer gitt ved feilanmerkning ved den sensoriske profileringen av rømme.<sup>1</sup>

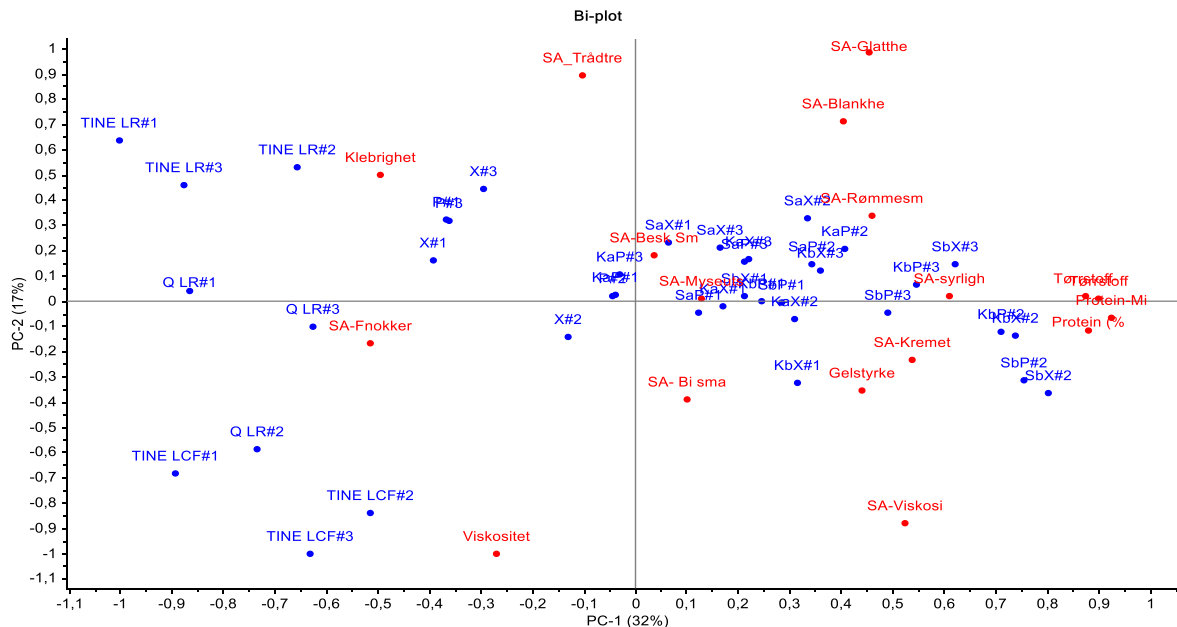
Rømme	Blokk	Kommentarer
<i>Q LR</i>	1	Burde være litt tykkere og synlige fnokker
	2	Litt fnokker og lite blank
	3	Fnokker.
<i>TINE LR</i>	1	Burde ha vært litt tykkere
	2	Litt fnokker
	3	Burde ha vært litt tykkere, litt fnokker.
<i>TINE LCF</i>	1	Lite rømmesmak, tørr, litt for viskøs.
	2	Lite rømmesmak, pudding-aktig konsistens
	3	Lite rømmesmak, pudding-aktig konsisten
<i>X</i>	1	Litt for syrlig.
	2	Litt for syrlig.
	3	Litt for syrlig.
<i>KaX</i>	1	
	2	Litt for sur og lite rømmesmak.
	3	Lite rømmesmak.
<i>KbX</i>	1	Litt for viskøs
	2	Litt for viskøs, litt for sur.
	3	Litt fnokker
<i>SaX</i>	1	
	2	Litt for syrlig.
	3	
<i>SbX</i>	1	Litt for viskøs, litt for sur.
	2	Litt for viskøs.
	3	Litt for viskøs.
<i>P</i>	1	Lite rømmesmak, litt for syrlig.
	2	Noe bismak, litt for syrlig.
	3	Litt for syrlig
<i>KaP</i>	1	Litt for syrlig.
	2	Litt fnokker
	3	Litt fnokker
<i>KbP</i>	1	Litt for viskøs, litt for sur.
	2	Litt for viskøs, noe bismak.
	3	
<i>SaP</i>	1	Litt for viskøs.
	2	Noe bismak.
	3	Litt for syrlig.
<i>SbP</i>	1	Lite rømmesmak
	2	Noe bismak.
	3	Litt for syrlig, noe bismak

<sup>1</sup> Kommentarer skrevet av tre eller flere av dommere fra alle blokkene.

Tabell 12 viser kommentarene ved feilanmerkning til rømme ved den sensoriske profileringen ved hver blokk. Feilanmerkningen til Q LR er at den hadde fnokker, ved en av blokkene manglet den blankhet og viskositet. TINE LR burde ha hatt en litt tykkere konsistens og ved en av blokkene hadde den fnokker. TINE LCF hadde en «pudding-aktig» konsistens, men også lite rømmesmak. Rømme uten proteinøkning hadde en syrlig smak, men P fikk også kommentert at den hadde noe bismak. Bi smak ble bare kommentert hos rømme fremstilt med Probat 505. Ved sammenligning av fremstilt rømme og kommersiell rømme fikk rømme fremstilt i forsøket flest kommentarer på at de var for syrlige, men det var rømme fremstilt med Probat 505 som hadde flest kommentarer på det. Rømme med proteinanrikning på 1,0% fikk kommentarer på at de kunne være litt for viskøse.

## 4.5 Principal Component analyse (PCA)

På grunn av variasjon i proteinsammensetning assosiert med forsøksblokk, ble hele datasettet analysert ved hjelp av Principal Component Analyse (PCA). Resultatene fra PCA-analysen av rømme og de kjemiske-, reologiske og sensoriske resultatene vises i Bi-plottet i Figur 26.



Figur 26. Bi-plot over rømmes målte kjemiske-, reologiske og sensoriske egenskaper ved alle blokkene.

Bi-plottet i Figur 26 viser sammenhengen mellom rømme og de utførte analysene. Hvor 49% av den totale variasjonen i bi-plottet er forklart, der PC-1 forklarer 32 % av variasjonen langs x-aksen og langs y-aksen forklarer PC-2 17 % av variasjonen. Det var et tydelig skille mellom kommersiell rømme og fremstilt rømme uten proteinanrikning som er på venstre side av plottet mot fremstilt rømme med proteinankring som er på høyere side av plottet (untatt KaP). PC-1 forklares av proteintilsetning og tørrstoff, og kremet munnfølelse, syrlighet er også på høyre siden av plottet. Venstre siden av plottet karakteriseres ved fnokker og klebrighet. PC-2 forklares av trådtrekkenhet øverst på plottet og viskositet nederst. TINE LCF viste høyest viskositet av alle prøvene, ligger også nærmest målt viskositet punkt på plottet.

Den sensoriske egenskapen trådtrekkende er også plassert øverst på PC-2, hvilket indikere at rømme uten proteinanrikning viste en høyere grad av trådtrekkende egenskaper enn rømme med proteinanrikning. Protein og tørrstoffinnholdet er som ventet høyere hos rømme med 1,0% proteinanrikning enn rømme med 0,5 %. Sensoriske egenskapene rømmesmak, syrlighet, myse - utskillelse, besk, blankhet og glatthet assosieres mer med rømme med 0,5% protein anrikning ved alle blokkene enn rømme i blokk 2 med 1,0 %. Rømme med 1,0 % protein anrikning ved blokk 2 assosieres mer med de sensoriske egenskapene kremet, bi smak og viskositet, samt målt gelstyrke.

## 5 Diskusjon

Hensikten med arbeidet var å undersøke om en proteinøkning i lett rømme vil gi en forbedret konsistens på rømme. Det ble fremstilt ti varianter av lett rømme (18 % fett) med ulik grad av proteinøkning (0%, 0,5% og 1,0%) ved bruk av enten kjernemelkpulver (KMP) eller skummetmelkepulver (SMP). I tillegg ble rømme fremstilt med to ulike syrekulturer, XT-313 (X) og Probat 505 (P). Det ble utført kjemiske-, reologiske- og sensoriske analyser på de ulike rømme-variantene, samt pH målinger under syrningen. Dette gjorde det mulig å undersøke effekten av å bruke ulike typer pulvertilsetninger og syrekulturer på kvalitetsegenskaper til rømme. Fremstilt rømme ble sammenlignet med de kommersielle produktene TINE Lett Rømme, TINE Lett Crème Fraiche og Q-meieriene Lett Rømme. Et signifikansnivå på 95 % ble brukt for å undersøke effekten av blokk (gjentak), pulver (KMP og SMP) og proteintilsetning (0%, 0,5% og 1,0 %) samt syrekultur (XT-313 og Probat 505).

### 5.1 Kjemiske analyser av rømme

#### 5.1.1 pH

Syrekulturens evne til å senke pH i produktet under fermenteringen er viktig i forhold til bruk av forskjellige pulvere og proteinkonsentrasjoner. Grunnen til dette er at pH reduksjon er viktig for produktets geldannelse og holdbarhet (Tamime et al., 2006). Rømme fremstilt med syrekulturen Probat 505 brukt lengre tid på å senke pH, og etter 26 timer måtte fermenteringen avsluttes da pH-verdien ikke gikk lengre ned. Det kunne forventes at rømme fremstilt med syrekulturen XT-313 skulle bruke lengre tid på å senke pH, da den vil bruke energi på å produsere EPS. Imidlertid fant Looijesteijn og Hugenholtz (1999) at det ikke var en klar kobling mellom vekst og EPS produksjon. Endelig oppnådd pH er også avhengig av syrekulturens syretoleranse, samt andre faktorer slik som temperatur og vekstmedium (Lucey & Singh, 2003; Monnet et al., 1995; Walstra et al., 2005a).

Under syrningen av melk omdannes laktose til melkesyre, som fører til en nedgang i pH. Melkens bufferkapasitet spiller en viktig rolle, fordi mengden melkesyre som er nødvendig for å få en bestemt pH nedgangen er avhengig av den. Bufferkapasiteten påvirkes videre av innholdet av proteiner og salter mellom faste og vandige faser i melken. Kaseinene inneholder bufferkomponentene kalsiumfosfat (CCP), sitrat og aminosyrekjeder, og ved pH nedgang blir

CCP oppløst i serumfasen (Michel Salaun et al., 2005; Walstra et al., 2005a). I forsøket ble åtte varianter av rømme proteinanrikt, der fire hadde en proteinanrikning på 0,5 % og de fire resterende med proteinanrikning på 1,0 %, med enten KMP eller SMP. Dette betyr at konsentrasjonen av bufferkomponenter økte, sammen med økt tilsetning. Når bufferevnen i melka økes, kan det ta lengre tid før melkesyrebakteriene oppnår den ønskede pH-verdien og dette resulterer derved i en lengre syrnings tid (Narvhus et al., 1998).

I melk vil konsentrasjonen av laktose aldri være en vekst-begrensende faktor, så en økning i laktose innholdet i rømme forårsaket av pulveranrikning vil ikke forventes å påvirke produksjonen av melkesyre (Narvhus et al., 1998). I de fremstilte rømmevariantene med pulveranrikning ved bruk av enten KMP eller SMP var det forventet et økt innhold av salter som vil føre til økt bufferkapasitet og derved en økt melkesyreproduksjon under syrningen. Resultatene viste at rømme med pulveranrikning hadde en tregere syrning enn rømme uten. Raval og Mistry (1999) har rapportert at det forekommer en økning i pH i syrnede meieriprodukter med økt innhold av salter. Dette ble også vist i yoghurt, der yoghurt med tilsatt kalsium hadde en høyere pH sammenlignet med yoghurt uten tilsetning (Aportela-Palacios et al., 2005). Kjernemelk har vært gjennom flere varmebehandlinger enn skummetmelk noe som gjør at det er mindre tilgjengelig  $\text{Ca}^{2+}$  i ionisk form som fører til en senking av pH (Aportela-Palacios et al., 2005; Walstra et al., 2005a). KMP vil ha en større mengde av utfelte salter og et høyere innhold av MFGM-komponenter enn SMP. Dette kan føre til at rømme med en pulveranrikning av KMP vil ha en lavere pH enn rømme med anrikning av SMP. Dette ble ikke vist da syrningen ble stoppet ved en pH på 4,5. I følge Martinovic et al. (2013) gir kjernemelk et bedre vekstvilkår og metabolisme til melkesyrebakterie på grunn av en større mengde med MFGM-materialer. Under syrningen viste det ikke noe forskjell i pH mellom rømme med pulveranrikning av KMP eller SMP.

### 5.1.2 Protein – og tørrstoffinnhold

I denne masteroppgaven ble det fremstilt rømme med og uten proteinøkning (0,5 % og 1,0%) med ulike pulvere KMP og SMP. Det ble funnet en signifikant effekt på proteininnholdet og tørrstoffinnholdet av proteintilsetning ( $p < 0,001$ ). Resultatene viste at det forekom en økning i både protein- og tørrstoffinnholdet med økt pulvertilsetning (Figur 16 og Figur 18), noe som var forventet. Likevel ble ikke den ønskede proteinøkningen på 0,5 % og 1,0 % oppnådd (Tabell

8). Dette kan skyldes av unøyaktighet ved tilsetningen av pulverne da dette ble utført manuelt, men det kan også skyldes av fouling.

Etter varmebehandlingen av rømmebasene på 95 °C i 5 min ble det observert noe avleiring (fouling) på heteflaten i oppvarmingsbeholderen (Figur 17). Fouling er uønsket melkerester som forblir på overflaten til utstyret som dannes under oppvarming. Den består av melkens serumproteiner, noe kaseiner, CCP og fettkuler. Det finnes to typer foulinger, type A og B, der type A dannes ved moderate temperaturer ved ca. 80°C, og denne består ca. 35 % av aske (også CCP) og 50 % av protein i tørrstoffet, og har en gulaktigfarge. Type B dannes ved høyere temperaturer >100°C og vil ha et høyere innhold av aske på ca. 70 % hvor mesteparten er CCP og noe protein. Det er her melkestein begynner å dannes (Walstra et al., 2005b). Av serumproteinene er det myseproteinet  $\beta$ -lg som spiller en nøkkelrolle i foulingen. Myseproteinene utfolder seg ved høye temperaturer og fri SH-grupper blir reaktive. Det dannes -S-S- bindinger (disulfid bindinger) med andre protein molekyler. Kasein micellene derimot viser generelt liten tendens til avleiring på grunn frastøtningen forårsaket av  $\kappa$ -kasein som danner et «hårete» lag ytterst på micellen. Til en viss grad vil kaseinene bli fanget i foulingen via foreningen med denaturert myseprotein. (Walstra et al., 2005b). Noen fettkuler blir også innesluttet i foulingen, antagelig fordi serumproteinene blir assosiert med MFGM ved varmedenaturering. Fettkulene i homogenisert fløte har en annerledes overflate lag enn ikke homogeniserte fettkuler. Overflate laget til homogeniserte fettkuler består hovedsakelig av kaseinmiceller og noen native og denaturert myse proteiner. Dette gjør at fettkulene kan også feste seg til foulingen under varmebehandlingen (Walstra et al., 2005b).

Ut ifra dette kan det antas at det har forekommet et lite tap av proteiner i forsøket som skyldes heller av fouling enn unøyaktighet. Komponentene som ble tapt i dette forsøket var antagelig  $\beta$ -lg, kaseiner og noe fett. Komponenter i foulingen ble ikke undersøkt i forsøket. Foulingen som har blitt dannet er antagelig type A, da den hadde en gulaktig farge som vises i Figur 17. Resultatene viste også at kontrollens proteininnhold reduserte etter varmebehandling (Tabell 8). Proteininnholdet i rømme varierte mellom alle blokkene, men det var i blokk 2 økningen av proteininnholdet var nærmest den ønskede proteinøkningen med en økning på 0,46 % hos 0,5 % KMP og 0,47 % hos 0,5 % SMP. Hos 1,0 % KMP var økningen på 0,78 og 0,81 % hos 1,0% SMP. Med sammenligningen av forventede proteininnholdet var økningen mindre enn forventet. Grunnen til dette kan skyldes av ulike målemetoder. Det forventede proteininnholdet var basert på en måling av kontrollbasens proteininnhold før varmebehandling målt ved hjelp

av instrumentet MilcoScan<sup>TM</sup>, mens det endelige proteininnholdet i de ulike rømmebasene ble bestemt etter varmebehandlingen ved hjelp av mikro-Kjeldahl metoden. Det var også forventet at proteininnhold skulle være likt i rømme med 0,5% proteinøkning uavhengig av pulvertypen, og likedan for 1,0 % proteinøkning. Rømme med tilsetningen av SMP hadde et høyere proteininnhold enn rømme med tilsetning av KMP. Som tidligere nevnt har KMP vært gjennom flere varmebehandlinger enn SMP, og med dette kan KMP inneholde flere denaturerte myseproteiner. Under dannelsen av foulingen kan en større mengde av denaturerte myseproteinene fra KMP festes til foulingen, noe som gjør at tapet av proteininnholdet er høyere for rømme med KMP enn SMP.

## 5.2 Reologiske analyser av rømme

### 5.2.1 Gelstyrke og gel klebrighet

Reologiske målinger på rømme ble utført ved 4°C. Resultatene viste at det var en stor variasjon mellom forsøksrømme, inkl. kommersiell rømme i forhold til blokk. Det ble bare funnet en signifikant forskjell mellom blokkene for rømme på gelstyrke ( $p < 0,05$ ). Grunnen til dette kan være at rømme-variantene ikke var helt homogen, noe som kan skyldes fremstillingsforskjeller, analyse feil eller ikke-homogen rømme med f.eks. luftbobler, fnokker og myseutskillelse. Det har ført til begrensinger i diskusjonen på grunn av manglende informasjon om pulveres tidligere behandling (varmebehandling og tørking), da dette vil påvirke rømmes struktur. Det samme gjelder for de kommersielle rømme, hvor det også mangler informasjon om deres benyttede syrekultur og fremstillingsmetode.

I denne oppgaven var det ikke mulig å påvise en signifikant forskjell i gel styrken mellom rømme fremstilt med de to ulike syrekulturene. Ifølge databladene til syrekulturprodusentene, var det forventet at syrekulturen XT-313 skulle være sterkt teksturgivende med trådtrekkende egenskaper på grunn av produksjonen av EPS, noe som syrekulturen Probat 505 ikke skulle ha. Dette kan skyldes type EPS som har blitt produsert av XT-313 kulturen under syrningen. EPS kan bestå av mono – eller heteropolysakkarider som betyr at deres fysiske egenskaper av polymerne vil variere (Caggianiello et al., 2016; Degeest & De Vuyst, 1999; Duboc & Mollet, 2001). Dette vil også påvirke deres evne til å binde til melkeproteinene. Hvis EPS har en nøytral ladning vil den ikke assosieres med melkeproteinene. Denne type EPS passer bedre til å brukes som et fortykningsmiddel (Narvhus et al., 2019). Studiet til Gentès et al. (2011) viste at de



reologiske egenskapene som viskositet, gelstyrke og evnen til å holde myse tilbake og gel formeringen var mer påvirket av strukturen til EPS enn mengden. De reologiske egenskapene ble forbedret av EPS med en høy molekylvekt med lite forgreninger og et stift molekyl (Gentès et al., 2011). Ut ifra dette kan det virke som at den produserte EPS i forsøket har en struktur med mange forgreninger med en lav molekylvekt.

Det var forventet en signifikant høyere gelstyrke i rømme med økt proteinanrikning enn rømme uten proteinanrikning, men dette ble ikke funnet. Grunnen til denne forventningen er at ved varmebehandlingen av rømmebase med tilsatt pulver vil det være flere tilgjengelige denaturerte myseprotein som vil reagere og bindes til overflaten til kaseinmicellene. Under syrningen vil kaseinmicellene og denaturert myseprotein aggregere og det dannes etterhvert et gelnettverk. Vannbindingsevnen til produktet er økt ved høyere proteininnhold og produktet bør også være mindre utsatt for synerese. Det er følgelig vanskelig å forklare resultatene i dette forsøket, hvor det ikke var mulig å vise en signifikant økning i gelstyrke. I fremstilling av yoghurt er det vanlig å tilsette skummet melkepulver, for å forbedre konsistensegenskaper og reduserer myseutskillelse (Tamime & Robinson, 1999). Det ser ikke ut som dette gjelder for rømme på samme måten. Selv om det ikke ble funnet en signifikant effekt på gelstyrke på rømme ved økt proteinanrikning viste PCA-analysen (Figur 26) at rømme i blokk 2 med en proteinøkning på 1,0%, uavhengig av syrekultur at den assosieres mer med målt gelstyrke. Grunnen til dette kan skyldes av at det var i blokk 2 proteininnholdet hos fremstilt rømme var nærmest det ønskede proteininnholdet. PCA-analysen viser et tydelig skille mellom rømme uten proteinanrikning, inkl. kommersiell rømme og rømme med proteinanrikning, der hele 49% av variasjonen i forsøket ble forklart.

Det var forventet å finne en høyere klebrighet i rømme fremstilt med syrekultur XT-313 enn rømme fremstilt med Probat 505, på grunn av EPS-produksjon hos kulturen XT-313. Resultatene gav ingen signifikant effekt på syrekultur ved gel klebrighet. EPS materialet vil gi gelnettverket en trådtrekkende karakter. Dette betyr at klebrigheten til rømme fremstilt med EPS produserende stammer kunne forventes å ha en høyere klebrighet. Dette viste seg imidlertid ikke i forsøket, og med dette kan det antas at EPS materialet ble ikke produsert som i form av slim som ligger fordelt i hele produktet, men heller i form av et lag som er løst festet til bakteriecellen som gir en mindre trådtrekkende karakter (Duboc & Mollet, 2001; Ruas-

Madiedo & De los Reyes-Gavilán, 2005). Et bredt spekter av MSB er i stand til å produsere EPS med forskjellige egenskaper og kjemiske sammensetninger (Caggianiello et al., 2016).

Det ble funnet en signifikant forskjell på gel klebrigheten ( $p < 0,05$ ) til fremstilt rømme i forhold til proteintilsetning, men type pulver hadde ingen signifikant innvirkning (Tabell 10). Rømme med økt pulvertilsetning hadde en høyere gel klebrighet (Figur 21). Dette kan ha en sammenheng med rømmes viskoelastiske egenskaper. Etter at en påført kraft opphører vil molekylene i rømme prøve å orientere tilbake til sin opprinnelige struktur (Barbosa-Canovas & Ibarz, 2002). Som tidligere nevnt vil økt proteininnhold føre til en økning i viskositet, og på grunn av rømmes viskoelastiske egenskaper vil nok dette ha gitt utslag på målingen av gel klebrigheten. I denne oppgaven ble ikke rømmes elastiske egenskaper målt, og dermed vil det være vanskelig å anta at dette er grunnen.

### 5.2.2 Rømmes viskositet

Fermenterte meieriprodukter er skjærtynnede produkter, der viskositeten minker med økt skjærhastighet. Jo mer et produkt utsettes for røring, desto mer flytende blir den (Duboc & Mollet, 2001). Denne oppførselen ble vist hos fremstilt og kommersiell rømme ved rotasjonsanalysen, der viskositeten avtok ved økt skjærhastighet fra 2 til 100 1/s. Resultatene bekrefter at rømme er et ikke-Newtonsk materiale, der rømmes viskositet er en funksjon av den påførte skjærhastighetens nivå og varighet (Bylund, 2015). Det ble observert høyest viskositet hos fremstilt rømme med proteinanrikning korrelert med tørrstoffinnholdet, der viskositeten var høyest hos fremstilt rømme med 1,0 % proteinøkning. Med dette kan det antas at rømme med 1,0 % proteinøkning trenger en større skjærkraft for å bli flytende noe som gir en bedre munnfølelse ved konsum (Mezger, 2006).

I melka er laktose energikilden til syrekulturen, mens for dannelse av en koagulert gel er det proteinene som spiller en viktig rolle noe som betyr at viskositeten er avhengig av melkas proteininnhold (Tamime et al., 2006). Som tidligere nevnt så har forholdet mellom kasein og myseproteinene noe å si for den endelige strukturen til det fermenterte meieriproduktet, men faktorene som proteinanrikning, varmebehandlingstemperatur, syrekultur og inkubasjonstemperatur spiller også en viktig rolle. Etter ønsket pH er oppnådd, kjøles gelen ned for å stoppe

syningen. Dette gir gelen en forbedret tekstur og økt fasthet (Heertje et al., 1985; Lucey et al., 1999; Tamime & Robinson, 1999). I følge Tamime og Robinson (1999) vil konsistensen til produktet forbedres med en økt proteinkonsentrasjon og en varmebehandling på 91 °C i 5 min som fører til en denaturering av myseproteinene. Under syningen vil kaseinmicellene koagulere og det dannes en gel. De denaturerte myseproteinene vil bindes til kaseinmicellene via -s-s- bindinger og blir en del av gelen. Det ble funnet en signifikant forskjell på viskositeten til fremstilte rømme som følge av proteintilsetningen ( $p < 0,001$ ). Rømme med 1,0% proteinøkning viste en signifikant høyere viskositet enn rømme med 0 % og 0,5 % proteinøkning. Dette bekrefter at en proteinøkning vil føre til et mer viskøst produkt, som også vil påvirke produktets munnfølelse ved konsum. Akal og Yetişemiyen (2016) viste at viskositeten til rømme med 18 % fett økes med økt tilsetning av SMP ved en konsentrasjon på 2 % og 4 % av tørrstoffet, og ved tilsetning av myse proteinpulver ved den samme konsentrasjon. Costello (2009) har skrevet at noen meierier bruker SMP for å øke viskositeten til økologisk rømme. En økning i melkeproteiner i fløte før homogenisering og fermentering forventes å gi en økning i viskositet til det endelige produktet. Dette er fordi det vil være økt tilgjengelighet av protein til å danne en syrefelt proteingel i serumfasen mellom de proteindekkende fettkulene. Dette vil være med på å forbedre rømmes reologiske egenskaper uten å tilsette emulgator og hydrokolloider (Narvhus et al., 2019).

Narvhus et al. (2019) skriver at ved upubliserte resultater utført ved deres laboratorier at rømmes (18 % fett) viskositet ( $p < 0,001$ ) og gelstyrke ( $p < 0,001$ ) ble signifikant økt ved å blande membran filtrert skummet melk og fløte (35 % fett). Membran filtreringen av skummet melk økte proteininnholdet i skummet melk fra 2,85 % til 3,85 % og dette resulterte i en fordobling i gelstyrken til rømme. Gelstyrken til rømme ble målt ved hjelp av instrumentet TA.HDplus (TTC, Hamilton, MA, USA) (Narvhus et al., 2019). Som tidligere nevnt har de benyttede pulverne vært gjennom en tørkeprosess, men hvilke temperaturer den har blitt utsatt for er ukjent. Det gjør at en ikke vet hvordan proteinene vil oppføre seg. Membranfiltrert skummet melk har ikke vært utsatt for den samme prosessen, da proteininnholdet har bare blitt oppkonsentrert. Likevel er det vanlig å bruke den pulver oppkonsentreringen, da dette har en stor effekt. Dette finner man på yoghurt (Tamime et al., 2007), men ikke i dette forsøket. Det kan være flere grunner til hvorfor dette ikke oppnås. Det kan skyldes av fettinnholdet til rømme (18 % fett), som er mye større enn hos yoghurt (<5 % fett) eller proteinets beskaffenhet, ved å bruke pulver vil mer av proteinet bli med i foulingen enn ubehandlet protein som f.eks. i

membran filtrert melk. Likevel så skriver Narvhus et al. (2019) at det ikke finnes publisert vitenskapelige forskning som bekrefter at viskositeten til rømme økes betydelig mye ved økt mengde protein, slik som det vises for yoghurt.

Lav viskositet hos rømme er uønsket. Rømme vil miste sin brukerfunksjonalitet ved å være mer tyntflytende, som gjør at det blir vanskelig å bruke den til f.eks. sauser, dipp og salatdressinger. Damodaran (2008) nevner at produkter med en ustabil gel er karakterisert av et produkt med høy aktiveringsenergi (fri energi) for fysiske endringer eller kjemiske reaksjoner. Bevegelsen mellom molekylerne vil være raskere i et produkt med lav viskositet (Damodaran, 2008). Rømme vil være et stabilt produkt når den har en høy viskositet, slik at bevegelsen av molekyler eller partikler vil være langsommere. Ved sammenligning av rømme med tilsatt KMP eller tilsatt SMP kan pulverens sammensetning og varmehistorikk ha påvirket den endelige konsistensen til rømme. Viskositeten kan endres når forholdet mellom kasein og myseproteinene endres og dette vil påvirke mikrostrukturen og myseutskillelse til rømme. Dette viste Silva og O'Mahony (2017) for yoghurt, mens for rømme finnes det ikke lignende studier. Det kunne tenkes at det skulle ha vært en forskjell i viskositeten mellom rømme med KMP og SMP. KMP har et høyere innhold av fosfolipider og membranproteiner som har vært en del av MFGM, som gir den amfifiliske egenskaper, bedre emulsjonsevne - og stabilitet, samt redusert myseutskillelse. Det ble ikke funnet signifikant forskjell i viskositeten i forhold til de to ulike pulverene, SMP eller KMP.

Viskositeten minket relativt likt under viskositetsmålingen for rømme fremstilt med syrekulturene XT-313 og Probat 505. Det ble ikke funnet noe signifikant innvirkning av de ulike syrekulturene på viskositeten til rømme. Det var imidlertid forventet at viskositeten skulle ha vært høyere i rømme fremstilt med syrekultur XT-313, på grunn av EPS produksjon hos den kulturen.

Ved sammenligning av kommersielt fremstilt rømme varianter, viste TINE LCF høyest viskositet. Grunnen til dette kan være at TINE LCF inneholder stabilisator og emulgator (TINE, n.d.). På grunn av et innholdet av stabilisator og emulgator kan TINE LCF benyttes i varme retter da den ikke skiller seg Meunier-Goddik (2012), mens de andre kommersielle rømmeprovne og fremstilt rømme i forsøket vil skille seg.

### 5.3 Sensoriske analyse av rømme

Helthetsvurderingen er den viktigste parameteren som er gitt ved den sensoriske profileringen av rømme i forsøket. Det er denne som avgjør om fremstilt rømme er salgsvare eller ikke. Denne vurderingen vil legge vekt på rømmes karakteristiske egenskaper, slik at en kan vurdere om rømme er av høy kvalitet eller ikke. En dårlig helhetsbedømmelse kan skyldes ulike uønskede egenskaper. Rømme med en høy kvalitet har en viskøs, jevn, homogen og glatt konsistens som er fri for myseutskillelse. Den har en distinkt melkesyre smak og med en balansert smøraroma og andre flyktige forbindelser (Costello, 2009). Resultatene viser at all forsøksrømme, inkl. kommersiell rømme var salgsvarer (Figur 24 (a)). Det var rømme med 0,5 % proteinøkning med SMP som ble vurdert som den rømme av høyest kvalitet etterfulgt av TINE LR og Q LR.

I forhold til proteinøkning var rømme med 0,5 % proteinøkning bedre likt enn rømme med 1,0 % proteinøkning uavhengig av pulver og syrekultur. Dette stemmer med de sensoriske resultatene til Akal og Yetişemiyen (2016) som fremstilte rømme med enten SMP eller myseproteinpulver ved en konsentrasjons-økning på 2 % og 4 % av tørrstoffet, der rømme med 2 % var bedre likt enn rømme med 4 % SMP (Narvhus et al., 2019). Kommentarene til rømme med proteinøkning på 1,0 % fra den sensoriske profileringen var at konsistensen kunne være litt pudding-aktig og litt for tykk. Dette kan være grunnen til at rømme med en proteinøkning på 1,0 % fikk en mindre helhetlig vurdering enn rømme med en proteinøkning på 0,5%. En proteinøkning vil gi en bedre tekstur til et visst punkt, men når det kommer til smaken vil det ta lengre tid å oppnå ønsket syrlighet (pH 4,5) i produktet. Grunnen til dette er at ved økt proteinøkning vil det trengs mer produksjon av melkesyre for å senke pH i produktet under syrningen, noe som vist under syrningen til rømme (Figur 19).

Det var en liten forskjell mellom syrekulturene på helhetsvurderingen, der rømme fremstilt med XT-313 var bedre likt enn rømme fremstilt med Probat 505. Kommentarene om rømme fremstilt med Probat 505 var at de var for syrlig, slik at syrlighet overgikk rømmesmaken. Rømme fremstilt med Probat 505 og med en 1,0 % proteinøkning med SMP fikk også kommentarer på at den hadde en bi-smak.

Rømme med KMP var bedre likt enn rømme med SMP hos rømme fremstilt med Probat 505, mens hos rømme fremstilt med XT-313 var det motsatt. Rømme fremstilt med Probat 505 og SMP fikk kommentarer på at de var syrligere og hadde en viss bi-smak i forhold til rømme fremstilt med samme syrekultur med KMP. Det var ikke noe signifikante forskjeller mellom pulverne, KMP og SMP.

Rømme av god kvalitet skal ha en behagelig lys kremhvitt farge med en distinkt glans (silkeaktig utseende) og jevn overflate uten myseutskillelse (Meunier-Goddik, 2012). Når rømme mangler den ønskede glansen (blankheten) eller den silkeaktige utseende kan rømme oppfattes som kjedelig og lite attraktiv for forbrukeren (Costello, 2009). Det var signifikante forskjeller på blankhet mellom rømme fremstilt med de ulike syrekulturene ( $p < 0,05$ ), samt med interaksjonen mellom proteintilsetning og syrekultur ( $p < 0,001$ ). Rømme fremstilt med XT-313 ble vurdert som mer blank enn rømmefremstilt med Probat 505 (Figur 24 (b)). Dette kan forekomme av at XT-313 er en teksturgivende syrekultur. Resultatene viste i tillegg at fremstilt rømme var mer blank sammenlignet med de kommersielle rømme-variantene.

Myseutskillelse i rømmeprodukter oppfattes som et kvalitetsavvik. Ved synlig myseutskillelse kan forbrukeren bli skeptiske til produktets råvarer og kvalitet. Myseutskillelse forkommer da myseproteinenes manglende evne til å binde vannet ikke er tilstrekkelig, men dette kan unngås ved å pasteurisere ved en høyere temperatur ( $> 80^{\circ}\text{C}$ ), ha en lengre holdetid og ved tilsetning av stabiliserende ingredienser som f.eks. pektin og guarkjernemel. Det viste imidlertid ingen signifikante effekter på myseutskillelse av blokk, pulver, proteintilsetning og interaksjonen mellom proteintilsetning og syrekultur. Resultatene viste ikke noe utslag på myseutskillelse på noen av rømme-variantene i forsøket (Figur 24 (c)).

Opplevd viskositeten til rømme er viktig kvalitetsparameter. Rømme med en lav viskositet vil miste sin ønskede brukerfunksjonalitet. Lav viskositet gir et mer tynt flytende produkt. Dette gjør at det er vanskelig å bruke rømme til f.eks. bakt potet, dipp eller salatdressing, da den ikke har en tilfredsstillende serveringskonsistens (Costello, 2009). Ingen av forsøksrømme hadde for lav viskositet (Figur 24 (d)). Resultatene viste imidlertid signifikante forskjeller i viskositet i forhold til blokk ( $p < 0,05$ ) og type proteintilsetning ( $p < 0,001$ ). Viskositeten ble vurdert som høyere med økt proteintilsetning, og rømme-varianter tilsatt KMP ble vurdert til å ha en høyere viskositet enn rømme fremstilt med SMP. Ved de instrumentelle målingene av viskositeten av rømme ved rotasjonsanalyse vistes det at viskositeten økte med økt proteinanrikning.

Variasjonen mellom blokkene var størst hos Q LR, hvor viskositeten varierte tydelig mellom blokkene (Figur 24 (d)). Dette kan mulig skyldes at det er en «set rømme», rømme som synes på beger, men det kan også være en påvirkning av distribusjon fordi de produserte rømme var også «set rømme», men de viste en mindre variasjon mellom blokkene. Viskositeten til rømme kan også være for tykk, og slike produkter mangler ofte glans (Costello, 2009). Kommentarene

fra sensoriske profileringene på rømme-varianter nevnte at TINE LCF hadde en altfor tykk konsistens og var mindre blank enn de andre rømmevariantene. Det var også TINE LCF som hadde den høyeste vurderte viskositeten ved den sensoriske bedømmelsen. Det forekom ingen signifikante forskjeller på evaluering av fnokker. Fnokker er en uønsket kvalitetsegenskap som vil ha en negativ påvirkning på munnfølelse ved konsum av rømme. Ved innhold av fnokker vil rømmes glatte og homogene munnfølelse være mindre. Resultatene viste at Q LR hadde en middels intensitet av fnokker (Figur 24 (d)) og dette fikk den også kommentarer på (Tabell 12). Grunnen til dette kan skyldes av f.eks. uønsket uro eller bevegelse av det svake koagulumet under inkuberingstiden eller ufullstendig blanding av syrekulturen (Costello, 2009). Q-meierienes Lett rømme er en «set rømme» og det er også de produserte rømme i forsøket. De produserte rømme hadde så vidt tegn til fnokker noe som er bra.

Ved vurdering av sensoriske parameteren trådtrekkende hos rømme var det ingen signifikant innvirkning av blokk, pulver, proteintilsetning, syrekultur samt interaksjonen mellom proteintilsetning og syrekultur. Resultatene fra vurderingen viste ikke noe forskjell mellom syrekulturene (Figur 24 (e)). Det var imidlertid forventet at rømme-varianter fremstilt med syrekulturen XT-313, som inneholder EPS produserende MSB stammer, skulle være mer trådtrekkende. Den sensoriske kvalitetsbedømmelsen på trådtrekkende karakter viste også at intensiteten av trådtrekkenhet var høyere i forsøksrømme uten pulveranrikning enn rømme med pulveranrikning, unntatt hos SaX. Dette vises også i bi-plottet (Figur 26) fra PCA-analysen. Rømme ble opplevd tykkere ved økt proteininnhold og ved bedømming av trådtrekkenhet kan det ha gjort det vanskeligere å se de trådtrekkende karaktertrekkene til rømme.

Glatthet er en munnfølelse opplevelse der en høy score representerer en rømme med jevn og glatt munnfølelse, og ved en lav score vil rømme oppfattes som melen (grynete) eller tørr. En årsak til melen oppfattelse kan skyldes ufullstendig oppløsning av tørre ingredienser i produktbasen (Costello, 2009). Resultatene viste imidlertid ingen signifikante forskjeller ved glatthet av de ulike rømme-varianter (Tabell 11). All forsøksrømme, inkludert kommersielle rømme ble vurdert til å ha en høy intensitet av glatthet, men det var fremstilt rømme i forsøket som ble opplevd glattes (Figur 25 (a)). Dette kan skyldes av at fremstilt rømme var ferskere enn de kommersielle rømme, men på grunn av manglende informasjon om kommersielle rømmes fremstilling og benyttede syrekultur er det vanskelig å forklare hvorfor de ble opplevd mindre glattere enn de produserte rømme.

Rømmes fyldighet vises gjennom den sensoriske parameteren kremet. Resultatene viste signifikante forskjeller på blokk ( $p < 0,05$ ) og proteintilsetning ( $p < 0,001$ ). Den sensoriske kvalitetsbedømmelsen av forsøksrømme viste at opplevelsen av kremethet økte med økt proteininnhold. All forsøksrømme ble vurdert til å ha over middels intensitet, hvilket betyr at rømme hadde en ønsket grad av kremethet. Fullfett rømme (35 % fett) oppleves som mer kremet enn en lett rømme (18 % fett) og dette skyldes av nok av fettinnholdet. I dette forsøket ble det fremstilt rømme med 18 % fett, og kremetheten økte med økt fettinnhold. Ut ifra dette kan det virke som at proteinene har en funksjon som fetterstatter på kremethet.

Rømme av høy kvalitet skal ha en balanse av syrlighet og smøraromatisk smak. Den rette balansen mellom syrlighet og smøraroma gjør rømme av høy kvalitet til et behagelig tilbehør til mange andre matretter (Costello, 2009). Syrligheten i rømme assosieres med melkesyre som dannes under melkesyrefermenteringen og det forekommer et pH-fall, mens rømmesmaken assosieres med diacetyl som gir den smøraromatiske smaken til rømme. Resultatene viste signifikant innvirkning av blokk ( $p < 0,05$ ) og proteintilsetning på rømmesmak ( $p < 0,05$ ). Det ble funnet en økt rømmesmak i forsøks rømmepøver som ble fremstilt med økt protein. Rømmesmaken assosieres med diacetyl som dannes under sitrat metabolismen. Dette kan skyldes pulveranrikning med KMP og SMP. Den øker ikke bare proteininnholdet, men også konsentrasjonen av andre komponenter i melk som laktose, fett, mineraler og sitrat. Av de kommersielle rømmepøvene, ble TINE LCF vurdert som produktet som hadde lavest intensitet av rømmesmak. Ulike meieri bruker ulike DL-stammer som har varierende innhold av syre og aromaprodukerende MSB. I følge Meunier-Goddik (2012) består en typisk kombinasjon av DL-syrekultur av 60 % syreprodusenter, 25 % med syre – og viskositet produsenter og 15 % med aromaprodusenter. Likevel så er fermenteringsforholdet avhengig av temperatur og den endelige pH i produktet (Savoie et al., 2007). Dette kan være en årsak at TINE LCF hadde en lavere intensitet rømmesmak. En annen årsak er at den kan ha hatt et mer aktivt innhold stammer av *Leuconostoc* som reduserer diacetyl til acetoin, en smaksløs komponent (Monnet et al., 1995).

Syrlighet i rømme er på grunn av melkesyreproduksjon som dannes under fermenteringen, som resulterer i et pH-fall. Ved den sensoriske bedømmelsen var det signifikante effekt ved blokk ( $p < 0,001$ ) og syrekultur på syrlighet ( $p < 0,05$ ). Resultatene viste at rømme fremstilt med syrekulturen Probat 505 ble opplevd til å ha en mer syrlig smak enn rømme fremstilt med



syrekulturen XT-313 (Figur 25 (d)). Ved sammenligning av pH resultatene (Figur 19) skulle det ikke vært slik, da all fremstilt rømme hadde omtrent den samme pH. Syrlighet assosieres med den endelig pH i produktet. Siden det ble benyttet to ulike syrekulturer i forsøket kan det virke som at rømme fremstilt med trådtrekkendekultur (XT-313) oppleves mindre sur. Ved sammenligning av kulturmelk og tettemelk så oppleves dette, hvor tettemelk virker mindre sur til tross av samme pH (Narvhus, 2019). Som tidligere nevnt vil trådtrekkende egenskaper endre produktet tekstur og munnfølelse som gir mer kremethet.

Variasjonen av syrlighet var størst hos den kommersielle rømme Q LR. Alle forsøksrømme hadde en middels intensitet av syrlighet og rømmesmak noe som er bra, men i noen av blokkene ble enkelte av rømmeprøvene vurdert som, og kommentert til å være for syrlig eller har for lite rømmesmak.

Videre er det positivt at blokk, pulver, proteintilsetning, syrekultur og interaksjon mellom proteintilsetning og syrekultur hadde ikke en signifikant effekt på besk smak (Tabell 11). Besk smak er en uønsket parameter i rømme som assosieres med bitter smak.

Bi smak er også en uønsket smak som ofte assosieres med harsk smak. Resultatene viser en liten trend på at rømme fremstilt med syrekulturen Probat 505 hadde en litt høyere intensitet av bi smak enn rømme fremstilt med XT-313 (Figur 25 (f)). Det var heller ikke noe forskjell mellom pulverne. Dette er et positivt funn da rømme med en pulveranriking med KMP har et høyere innhold av fosfolipider og er dermed lettere utsatt for oksidasjons reaksjoner.

## 6 Konklusjon

Rømme med økt protein- og tørrstoffinnhold hadde en høyere viskositet enn rømme uten proteintilsetning.

Bruk av ulike syrekulturer og type pulvertilsetning viste ingen innvirkning på de reologiske egenskapene; viskositet, gelstyrke og gel klebrighet. Dette gjaldt også de sensoriske egenskapene viskositet, kremet og trådtrekkenhet.

Sensoriske profileringen viste at forsøksrømmeprøvene var av god kvalitet. Samtlige rømmeprøver hadde en ønskelig blanket, viskositet og ingen myseutskillelse med en smak av smøraroma og syrlighet.

## 7 Videre arbeid

I planleggingen av forsøket var det satt opp fire gjentak, men på grunn av begrenset tilgang til Pilot anlegget til KBM ble forsøket bare utført ved tre gjentak. Det hadde vært ønskelig med flere gjentak, slik at det ble fremstilt rømme med et proteininnhold nærmere det ønskelige proteinøkning. Under fremstillingen av rømme ble noe av proteinet tapt til fouling som ble dannet under varmebehandlingen ved 95°C. Resultatene viste at rømme med proteinanrikning av SMP hadde et høyere proteininnhold enn rømme med proteinanrikning av KMP. KMP har vært gjennom flere varmebehandlinger enn SMP, og med dette hadde det vært interessert å ha testet hvilke komponenter som ble tapt til foulingen.

Diskusjonen ble noe begrenset da det ikke var mulig å få informasjon om pulvernes teknologiske behandling. Til tider var dette en ulempe da en kunne ha forklart mer om forskjellene mellom rømme fremstilt med ulik type pulvertilsetning. Til videre arbeid hadde det vært interessert å ha fremstilt flere typer av rømme med samme økningen av proteininnholdet ved bruk av ulike pulvere, men også bruk av membranfiltret skummetmelk. Grunnen til dette er at upubliserte resultater utført på KBM ved NMBU viser en dobling i gelstyrke på rømme med 1 % proteinøkning ved bruk av membranfiltret skummet melk. Det hadde også vært fint om pulvernes sammensetning og teknologiske behandling var kjent. Med dette vil en kunne sammenligne effekten på konsistensen til rømme ved bruk av behandlet protein (pulver) og ubehandlet protein (fraksjonert protein, membranfiltrering).

I forsøket ble rømme fremstilt med ulike syrekulturer, XT-313 og Probat 505, hvor XT-313 var tekstur givende. Ut ifra dette var det forventet forskjeller mellom rømme på de reologiske egenskapene, noe som ikke ble vist. Til videre arbeid hadde det vært interessert å ha utført flere reologiske målemetoder på rømme. I forsøket ble rømmes viskositet, gelstyrke og gel klebrighet analysert i første omgang, da disse ble vurdert til å være mest sentrale. Rømme er et produkt som har viskoelastiske egenskaper. Skille mellom syrekulturer vil kanskje forekomme tydeligere ved å teste rømmes viskoelastiske egenskaper ved hjelp av oscillasjonsanalyse. Oscillasjonsanalyse vil uttrykke rømmes elastiske – og viskøse egenskaper gjennom  $G'$  og  $G''$  (Mezger, 2006). For ytterligere reseptutvikling av rømme kan slike analyser være av interesse.

## 8 Litteraturliste

- Aamodt, G., Gulbrandsen, P., Laake, P., Aavitsland, P. & Bretthauer, M. (2005). Presentasjon av statistiske analyser i Tidsskriftet. Tidsskriftet, Den Norske Legeforening (2005) 125: 2183-7. Tilgjengelig fra:  
<https://tidsskriftet.no/2005/08/oversiktsartikkel/presentasjon-av-statistiske-analyser-i-tidsskriftet>.
- Adapa, S. & Schmidt, K. A. (1998). Physical Properties of Low-fat Sour Cream Containing Exopolysaccharide Producing Lactic Acid. *Journal of Food Science*, 63 (5): 901-903. doi: 10.1111/j.1365-2621.1998.tb17922.x.
- Akal, C. & Yetişemiyen, A. (2016). Use of whey powder and skim milk powder for the production of fermented cream. *Food Science and Technology*, 36: 616-621.
- Aportela-Palacios, A., Sosa-Morales, M. E. & Vélez-Ruiz, J. F. (2005). Rheological And Physicochemical Behavior Of Fortified Yogurt, With Fiber And Calcium. *Journal of Texture Studies*, 36 (3): 333-349. doi: 10.1111/j.1745-4603.2005.00020.x.
- Augustin, M. A. & Margetts, C. L. (2003). POWDERED MILK | Milk Powders in the Marketplace. I, s. 4694-4702.
- Banks, J. M. & Horne, D. S. (2003). CHEESES | Chemistry of Gel Formation. I: Caballero, B. (red.) *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition (Second Edition)*, s. 1056-1062. Oxford: Academic Press.
- Barbosa-Canovas, G. & Ibarz, A. (2002). *Unit Operations in Food Engineering*. Food Preservation Technology. Boca Raton: CRC Press.
- Bylund, G. (1995). *Dairy processing handbook*. [Lund, Sweden]: [Tetra Pak Processing Systems AB].
- Bylund, G. (2015). *Dairy processing handbook*. Lund, Sweden: Tetra Pak Processing Systems AB.
- Caggianiello, G., Kleerebezem, M. & Spano, G. (2016). Exopolysaccharides produced by lactic acid bacteria: from health-promoting benefits to stress tolerance mechanisms. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 100 (9): 3877-3886. doi: 10.1007/s00253-016-7471-2.
- Castillo, M., Lucey, J. A., Wang, T. & Payne, F. (2006). *Effect of temperature and inoculum concentration on gel microstructure, permeability and syneresis kinetics*. *Cottage cheese-type gels*, b. 16.
- Chr.Hansen. (n.d.). *eXact® Culture: XT-313*. Culture range for fermented milk: Broadest and best culture range in the world. Hørsholm, Danmark. : Chr. Hansen A/S.
- Contarini, G. & Povolò, M. (2013). Phospholipids in milk fat: composition, biological and technological significance, and analytical strategies. *International journal of molecular sciences*, 14 (2): 2808-2831. doi: 10.3390/ijms14022808.
- Corredig, M. & Dalgleish, D. G. (1998). Buttermilk Properties in Emulsions with Soybean Oil as Affected by Fat Globule Membrane-Derived Proteins. *Journal of Food Science*, 63 (3): 476-480. doi: 10.1111/j.1365-2621.1998.tb15767.x.
- Costello, M. J. (2009). Sour Cream and Related Products. I: Clark, S., Costello, M., Drake, M. & Bodyfelt, F. (red.) *The Sensory Evaluation of Dairy Products*, s. 403-426. New York, NY: Springer US.
- Dalgleish, D. G. (2011). On the structural models of bovine casein micelles—review and possible improvements. *Soft Matter*, 7 (6): 2265-2272. doi: 10.1039/C0SM00806K.
- Damodaran, S. (2008). *Chapter 5 amino acids, peptides, and proteins*.

- DANISCO. (2016). *Probat 505 FrO 500 DCU*. CHOOZIT™ Cheese Cultures. København, Danmark DANISCO A/S.
- De Kruif, C. G. & Holt, C. (2002). *Casein micelle structure, function, and interactions*, in, b. 1.
- Degeest, B. & De Vuyst, L. (1999). Heteropolysaccharides from lactic acid bacteria. *FEMS Microbiology Reviews*, 23 (2): 153-177. doi: 10.1111/j.1574-6976.1999.tb00395.x.
- Degeest, B., Vaningelgem, F. & De Vuyst, L. (2001). Microbial physiology, fermentation kinetics, and process engineering of heteropolysaccharide production by lactic acid bacteria. *International Dairy Journal*, 11 (9): 747-757. doi: [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(01\)00118-2](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(01)00118-2).
- Dewettinck, K., Rombaut, R., Thienpont, N., Le, T. T., Messens, K. & Van Camp, J. (2008). Nutritional and technological aspects of milk fat globule membrane material. *International Dairy Journal*, 18 (5): 436-457. doi: <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2007.10.014>.
- Duboc, P. & Mollet, B. (2001). *Applications of exopolysaccharides in dairy industry*, b. 11.
- Elías-Argote, X., Laubscher, A. & Jiménez-Flores, R. (2013). Dairy Ingredients Containing Milk Fat Globule Membrane: Description, Composition, and Industrial Potential. I: *Advances in Dairy Ingredients*, s. 71-98.
- Ellice Tan, K. (2016). *Study of Rehydration Properties of Powder Produced from Chelated Skim Milk*.
- Elling, J. L., Duncan, S., Keenan, T. W., Eigel, W. N. & Boling, J. (2006). *Composition and Microscopy of Reformulated Creams from Reduced-Cholesterol Butteroil*, b. 61.
- Fangary, Y. S., Barigou, M. & Seville, J. P. K. (1999). Simulation of Yoghurt Flow and Prediction of Its End-of-Process Properties Using Rheological Measurements. *Food and Bioproducts Processing*, 77 (1): 33-39. doi: <https://doi.org/10.1205/096030899532231>.
- Fearon, A. M. (2003). BUTTER | Properties and Analysis. I: Caballero, B. (red.) *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition (Second Edition)*, s. 726-731. Oxford: Academic Press.
- Felix da Silva, D., Ahrné, L., Ipsen, R. & Hougaard, A. B. (2018). Casein-Based Powders: Characteristics and Rehydration Properties. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 17 (1): 240-254. doi: 10.1111/1541-4337.12319.
- Folkenberg, D. M. & Skriver, A. (2001). *Sensory properties of sour cream as affected by fermentation culture and storage time*, b. 56.
- Folkenberg, D. M., Dejmek, P., Skriver, A. & Ipsen, R. (2005). Relation Between Sensory Texture Properties And Exopolysaccharide Distribution In Set And In Stirred Yoghurts Produced With Different Starter Cultures. *Journal of Texture Studies*, 36 (2): 174-189. doi: 10.1111/j.1745-4603.2005.00010.x.
- Gaiani, C., Boyanova, P., Hussain, R., Murrieta Pazos, I., Karam, M. C., Burgain, J. & Scher, J. (2011). Morphological descriptors and colour as a tool to better understand rehydration properties of dairy powders. *International Dairy Journal*, 21 (7): 462-469. doi: <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2011.02.009>.
- Gentès, M.-C., St-Gelais, D. & Turgeon, S. (2011). Gel formation and rheological properties of fermented milk with in situ exopolysaccharide production by lactic acid bacteria. *Official journal of the Institut National de la Recherche Agronomique (INRA) Formerly 'Le Lait'*, 91 (5): 645-661. doi: 10.1007/s13594-011-0039-0.
- Guinee, T. P., Pudja, P. D. & Farkye, N. Y. (1993). Fresh Acid-Curd Cheese Varieties. I: Fox, P. F. (red.) *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology: Volume 2 Major Cheese Groups*, s. 363-419. Boston, MA: Springer US.

- Heertje, I., Visser, J. & Smits, P. (1985). Structure Formation in Acid Milk Gels. *Food Structure*, 4 (2).
- Holzmüller, W., Gmach, O., Griebel, A. & Kulozik, U. (2016). Casein precipitation by acid and rennet coagulation of buttermilk: Impact of pH and temperature on the isolation of milk fat globule membrane proteins. *International Dairy Journal*, 63: 115-123. doi: <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2016.08.006>.
- Holzmüller, W. & Kulozik, U. (2016). Technical difficulties and future challenges in isolating membrane material from milk fat globules in industrial settings – A critical review. *International Dairy Journal*, 61: 51-66. doi: <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2016.03.013>.
- Huppertz, T. & Kelly, A. L. (2006). Physical Chemistry of Milk Fat Globules. I: Fox, P. F. & McSweeney, P. L. H. (red.) *Advanced Dairy Chemistry Volume 2 Lipids*, s. 173-212. Boston, MA: Springer US.
- IDF. (1896). *Standard 20A:1986: Milk. Determination of Nitrogen Content (Kjeldahl Method) and Calculation of Crude Protein Content*: International Dairy Federation.
- IDF. (1987). *International IDF Standard 21B:1987; Milk, Cream and Evaporated Milk: Determination of Total Solids Content*: International Dairy Federation.
- Johansen, A. G. (2018). *Buttermilk*. MVI387 Dairybased Ingredients. Aas, Norway: Faculty of Chemistry, Biotechnology and Food Science, NMBU.
- Lawless, H. T. & Heymann, H. (2010). *Sensory Evaluation of Food*. 2 utg. Food Science Text Series. New York: Springer-Verlag.
- Libudzisz, Z. & Stepaniak, L. (2002). Fermented Milks | Buttermilk. I: Roginski, H. (red.) *Encyclopedia of Dairy Sciences*, s. 1028-1034. Oxford: Elsevier.
- London, L. E. E., Chaurin, V., Auty, M. A. E., Fenelon, M. A., Fitzgerald, G. F., Ross, R. P. & Stanton, C. (2015). Use of *Lactobacillus mucosae* DPC 6426, an exopolysaccharide-producing strain, positively influences the techno-functional properties of yoghurt. *International Dairy Journal*, 40: 33-38. doi: <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2014.08.011>.
- Looijesteijn, P. J. & Hugenholtz, J. (1999). Uncoupling of growth and exopolysaccharide production by *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* NIZO B40 and optimization of its synthesis. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 88 (2): 178-182. doi: [https://doi.org/10.1016/S1389-1723\(99\)80198-4](https://doi.org/10.1016/S1389-1723(99)80198-4).
- Lopez, C., Madec, M.-N. & Jimenez-Flores, R. (2010). Lipid rafts in the bovine milk fat globule membrane revealed by the lateral segregation of phospholipids and heterogeneous distribution of glycoproteins. *Food Chemistry*, 120 (1): 22-33. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.09.065>.
- Lucey, J. A., Munro, P. A. & Singh, H. (1999). Effects of heat treatment and whey protein addition on the rheological properties and structure of acid skim milk gels. *International Dairy Journal*, 9 (3): 275-279. doi: [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(99\)00074-6](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(99)00074-6).
- Lucey, J. A. & Singh, H. (2003). Acid Coagulation of Milk. I: Fox, P. F. & McSweeney, P. L. H. (red.) *Advanced Dairy Chemistry—1 Proteins: Part A / Part B*, s. 1001-1025. Boston, MA: Springer US.
- Lyck, S., Nilsson, L. E. & Tamime, A. Y. (2007). Miscellaneous Fermented Milk Products. I, s. 217-236.
- Martinovic, A., Moe, K., Romeih, E., Aideh, B., Vogensen, F., Ostlie, H. & Skeie, S. (2013). *Growth of adjunct Lactobacillus casei in Cheddar cheese differing in milk fat globule membrane components*, b. 31.



- Masoud, B., Dariush, A., Faranak, B. & Fakhrisadat, H. (2015). Mixing sweet cream buttermilk with whole milk to produce cream cheese. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*, 54 (2): 73-78. doi: <https://doi.org/10.1515/ijafr-2015-0008>.
- Meunier-Goddik, L. (2012). Sour Cream and Crème Fraîche. I, s. 235-246.
- Mezger, T. G. (1999). *A little course in rheology*. Germany: Paar Physica.
- Mezger, T. G. (2006). *The Rheology Handbook*. Hannover, Germany: Vincentz Network.
- Michel Salaun, F., Mietton, B. & Gaucheron, F. (2005). *Buffering capacity of dairy products*, b. 15.
- Monnet, V., Condon, S., Cogan, T. M. & Gripon, J. C. (1995). Metabolism of starter cultures. I: Cogan, T. M. & Accolas, J. P. (red.) *Dairy Starter Culture*, s. 47-95. New York, USA: VCH.
- Morris, B. A. (2017). 5 - Rheology of Polymer Melts. I: Morris, B. A. (red.) *The Science and Technology of Flexible Packaging*, s. 121-147. Oxford: William Andrew Publishing.
- Narvhus, J., Osteraa, K., Mutukumira, T. & Abrahamsen, R. (1998). *Production of fermented milk using a malty compound-producing strain of Lactococcus lactis subsp. lactis biovar. diacetylactis, isolated from Zimbabwean naturally fermented milk*, b. 41.
- Narvhus, J. (2019). *E-post fra Professor Judith Narvhus*. NMBU, Ås (01.05.2019).
- Narvhus, J. A., Østby, N. & Abrahamsen, R. K. (2019). Science and technology of cultured cream products: A review. *International Dairy Journal*, 93: 57-71. doi: <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2019.01.011>.
- O'Connell, J. E. & Fox, P. F. (2000). Heat stability of buttermilk. *J Dairy Sci*, 83 (8): 1728-32. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(00)75042-9.
- Oberman, H. & Libudzisz, Z. (1998). Fermented milks. I: Wood, B. J. B. (red.) *Microbiology of Fermented Foods*, s. 308-350. Boston, MA: Springer US.
- Patel, S., Majumder, A. & Goyal, A. (2012). Potentials of exopolysaccharides from lactic Acid bacteria. *Indian journal of microbiology*, 52 (1): 3-12. doi: 10.1007/s12088-011-0148-8.
- Raval, D. M. & Mistry, V. V. (1999). Application of Ultrafiltered Sweet Buttermilk in the Manufacture of Reduced Fat Process Cheese1. *Journal of Dairy Science*, 82 (11): 2334-2343. doi: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(99\)75483-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(99)75483-4).
- Richards, E. & Fearon, A. M. (2003). BUTTER | The Product and its Manufacture. I: Caballero, B. (red.) *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition (Second Edition)*, s. 718-726. Oxford: Academic Press.
- Ruas-Madiedo, P. & De los Reyes-Gavilán, C. (2005). *Invited Review: Methods for the Screening, Isolation, and Characterization of Exopolysaccharides Produced by Lactic Acid Bacteria*, b. 88.
- Savoie, S., Champagne, C. P., Chiasson, S. & Audet, P. (2007). *Media and process parameters affecting the growth, strain ratios and specific acidifying activities of a mixed lactic starter containing aroma-producing and probiotic strains*, b. 103.
- Silva, J. V. C. & O'Mahony, J. A. (2017). Flowability and wetting behaviour of milk protein ingredients as influenced by powder composition, particle size and microstructure. *International Journal of Dairy Technology*, 70 (2): 277-286. doi: 10.1111/1471-0307.12368.
- Sodini, I., Morin, P., Olabi, A. & Jimenez-Flores, R. (2006). Compositional and functional properties of buttermilk: a comparison between sweet, sour, and whey buttermilk. *J Dairy Sci*, 89 (2): 525-36. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(06)72115-4.
- Struble, L. J. & Ji, X. (2001). Rheology. I: *Handbook of Analytical Techniques in Concrete Science and Technology*, s. 333-367.
- Tamime, A. Y. & Robinson, R. K. (1999). *Yoghurt: Science and Technology*. 2 utg. Cambridge, UK: Woodhead Publishing Ltd.

- Tamime, A. Y., Skriver, A. & Nilsson, L. E. (2006). *Starter Cultures*. Fermented milks. Oxford, UK: Blackwell Publishing.
- Taylor, M. W. & MacGibbon, A. K. H. (2011). Milk Lipids: General Characteristics. I, s. 649-654.
- TINE. (n.d.). *TINE Lett Crème Fraîche 18 %*: TINE SA.
- TINE SA. (2008). *Metode nr. 601 FETT I FLØTE (Gerber-Køhler)*. Meierienes Analysebok, Utgave 1
- Tine Styringsdokumenter: TINE SA: Intern TINE database.
- Tjernshaugen, A. & Olerud, K. (2008). Bærekraftig utvikling. I: *Store Norske Leksikon, SNL*. Tilgjengelig fra: [https://snl.no/b%C3%A6rekraftig\\_utvikling](https://snl.no/b%C3%A6rekraftig_utvikling) (lest 1. mai 2019).
- Tønseth, I. T. (2018). *Byproducts in TINE*: TINE SA.
- Walstra, P., Wouters, J. T. M. & Geurts, T. J. (2005a). *Dairy Science and Technology*. 2 utg. Food science and technology: 147. Boca Raton, FL, USA: CRC Press.
- Walstra, P., Wouters, J. T. M. & Geurts, T. J. (2005b). Fouling and Sanitizing. I: Walstra, P., Wouters, J. T. M. & Geurts, T. J. (red.) Food science and technology: 147, *Dairy Science and Technology, Second Edition*. Boca Raton, FL, USA: CRC Press.
- Warren, S. (1987). Influence of storage conditions on quality characteristics of sour cream. *Cult. Dairy Prod. J.*, 8: 13–14, 16.
- Zanabria, R. & Corredig, M. (2011). Milk Lipids | Buttermilk and Milk Fat Globule Membrane Fractions. I, s. 691-697.
- Zannini, E., Waters, D. M., Coffey, A. & Arendt, E. K. (2016). Production, properties, and industrial food application of lactic acid bacteria-derived exopolysaccharides. *Appl Microbiol Biotechnol*, 100 (3): 1121-1135. doi: 10.1007/s00253-015-7172-2.

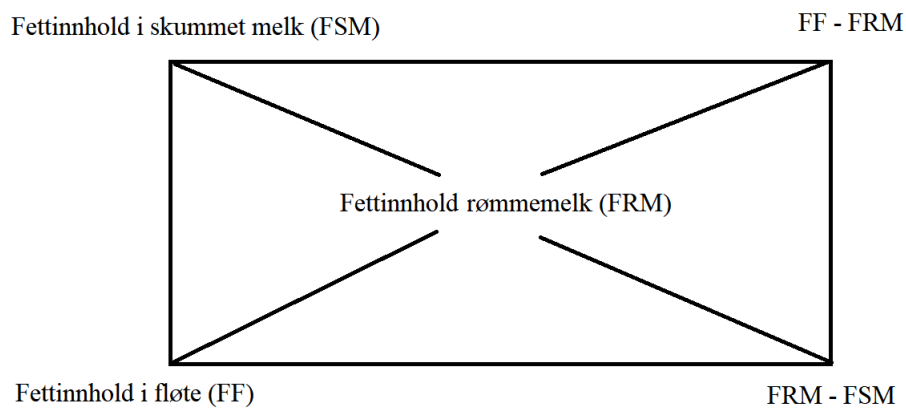
## Vedlegg

Vedlegg 1:	Formel for utregnet mengde fløte og skummetmelk tilsatt rømmebasen	A
Vedlegg 2:	Mengde fløte og skummetmelk tilsatt rømmebasen	B
Vedlegg 3:	Mengde pulver tilsatt rømmebasene	C
Vedlegg 4:	Sensorisk profileringsskjema	D
Vedlegg 5:	Fettinnholdet i rømmebasene	E
Vedlegg 6:	Formel for utregning av proteininnholdet i rømmebasene	F
Vedlegg 7:	Proteininnholdet i rømmebasene	G
Vedlegg 8:	Formel for utregning av tørrstoffinnholdet i rømmebasene	H
Vedlegg 9:	Tørrstoffinnholdet i rømmebasene	I
Vedlegg 10:	pH-verdier under fermenteringen av rømme	J
Vedlegg 11:	Gelstyrken til rømme	K
Vedlegg 12:	Klebrigheten til rømme	L
Vedlegg 13:	Viskositeten til rømme	M
Vedlegg 14:	Sensorisk evaluering av rømme	N
Vedlegg 15:	R Commander output ved ANOVA analyse	P
Vedlegg 16:	R Commander output ved Tukey's (HSD) parvis analyse	Q



## Vedlegg 1. Formel for utregnet mengde fløte og skummetmelk tilsatt rømmebasen

### Konvoluttmetoden



$$L F = L S M * \frac{(FRM\% - FSM\%)}{(FF\% - FRM\%)}$$

L F: Liter fløte

L SM: Liter skummetmelk

## Vedlegg 2. Mengde fløte og skummetmelk tilsatt rømmebasen

I forsøket ble det laget fem batcher, der hver batch inneholdt 8 L rømmebase og tilsammen ble det laget 40 L rømmebase. Mengden fløte og skummetmelk som ble blandet ble bestemt ved bruk av formelen fra konvoluttmetoden (Vedlegg 1):

$$L F = L S M * \frac{(FRM\% - FSM\%)}{(FF\% - FRM\%)}$$

Mengden fløte som ble blandet med skummetmelk vises i Tabell 2.1.

Tabell 2.1 Mengde fløte blandet med skummet melk til fremstilling av 40 L rømmebase.

Bløkk	Kode	Utregning fløte (L)	Rømmebase (L)
1	M1	$19 L * \frac{(18 - 0,09)}{(37,6 - 18)} = 21 L$	40
2	M2	$16 L * \frac{(18 - 0,07)}{(44,9 - 18)} = 24 L$	40
3	M3	$18 L * \frac{(18 - 0,07)}{(40,04 - 18)} = 22 L$	40

### Vedlegg 3. Utregninger for mengde pulver tilsatt rømmebasene

I forsøket ble det laget fem batcher der hver av batchene inneholdt 8 L rømmebase. Mengden pulver som ble tilsatt ble bestemt etter pulvernes proteininnhold og mengden rømmebase i hver batch (8 L), der fire av batchene ble pulver anriket og den siste batchen var kontrollen. Utregningen vises under:

1,0 % av 8 L er 80 g

0,5 % av 8 L er 40 g

#### Kjernemelkpulver

- Proteininnhold: 35,1 %

Mengde pulver (g) som trengs for en 0,5 % proteinøkning med KMP (x):

$$x = \frac{40 \text{ g}}{35,11 \%} * 100 \% = \mathbf{114 \text{ g}}$$

Mengde pulver (g) som trengs for en 1,0 % proteinøkning med KMP (x):

$$x = \frac{80 \text{ g}}{35,11 \%} * 100 \% = \mathbf{228 \text{ g}}$$

#### Skummetmelkepulver

- Proteininnhold: 40,5 %

Mengde pulver (g) som trengs for en 1,0 % proteinøkning med SMP (x):

$$x = \frac{40 \text{ g}}{40,5 \%} * 100 \% = \mathbf{98,8 \text{ g}}$$

Mengde pulver (g) som trengs for en 1,0 % proteinøkning med KMP (x):

$$x = \frac{80 \text{ g}}{40,5 \%} * 100 \% = \mathbf{197,6 \text{ g}}$$

## Vedlegg 4. Sensoriske profileringskjema

### Skjema for kvalitetsbedømmelse

Prøve nr: \_\_\_\_\_

Dato: \_\_\_\_\_

Navn: \_\_\_\_\_

Vurder fra 1 til 5, hvor 1 er lav intensitet og 5 er høy intensitet.

#### Utseende

	Lite				Mye
Blank	1	2	3	4	5
Myseutskillelse	1	2	3	4	5
	Tynn				Tykk
Viskositet (drypp av skje)	1	2	3	4	5
	Lite				Mye
Fnokker	1	2	3	4	5
Trådtrekkende	1	2	3	4	5

#### Munnfølelse/smak

	Grynet/melen				Glatt
Grynet/melen	1	2	3	4	5
	Lite				Mye
Kremet	1	2	3	4	5
Rømmesmak	1	2	3	4	5
Syrlighet	1	2	3	4	5
Besk smak	1	2	3	4	5
Bi smak	1	2	3	4	5

#### Helhetsvurdering

Dårlig kvalitet

Utmerket kvalitet

1

2

3

4

5

Kommentarfelt for feilanmerking og om det er en salgsvare.

## Vedlegg 5. Fettinnholdet i rømmebasene

Fettinnholdet i batchene ble målt ved hjelp av MilcoScan FT1TM (Foss Analytical A/S, Hillerød, Danmark), og resultatet vises i Tabell 5.1.

Tabell 5.1 Målt fettinnhold ved MilcoScan FT1TM (Foss Analytical A/S, Hillerød, Danmark).

<b>Blokk</b>	<b>Miks</b>	<b>Fettinnhold (%)</b>
<b>1</b>	<b>Kontroll</b>	18,5
	<b>0,5 % KMP</b>	18
	<b>0,5 % SMP</b>	18
	<b>1,0 % KMP</b>	18
	<b>1,0 % SMP</b>	18
<b>2</b>	<b>Kontroll</b>	18,5
	<b>0,5 % KMP</b>	18
	<b>0,5 % SMP</b>	18
	<b>1,0 % KMP</b>	18,5
	<b>1,0 % SMP</b>	18
<b>3</b>	<b>Kontroll</b>	18
	<b>0,5 % KMP</b>	17,5
	<b>0,5 % SMP</b>	18
	<b>1,0 % KMP</b>	18
	<b>1,0 % SMP</b>	18,5

## Vedlegg 6. Proteininnholdet i rømmebasene

### Beregning av % TN

$$\%TN = \left( \frac{\text{mengde HCL (mol)} * 14 \left( \frac{g}{mol} \right)}{\text{innveid prøve (g)}} \right) * 100 =$$

$$\frac{C \text{ (mol)}}{1000 \text{ mL}} * \frac{V \text{ HCL (mL)}}{\text{innveid prøve (g)}} * 14 \left( \frac{g}{mol} \right) * 100$$

Atomvekt for nitrogen: 14 g/mol

Konsentrasjon av saltsyre (HCL) C = 0,07 mol / 1000 mL

### Beregning av % proteininnhold

Kjeldahl-faktor = 6,38

$$\% \text{ Protein} = \%TN * 6,38$$

## Vedlegg 7. Proteininnholdet i rømmebasene

Proteininnholdet i batchene ved hver blokk ble funnet ved hjelp av IDF Standard 20A:1986. Mengden protein ble bestemt ved hjelp av formelen vises i Vedlegg 6. Tallmaterialet og det endelige resultatet vises i Tabell 7.1.

Tabell 7.1. Proteininnholdet i hver batch målt tre ganger for hver blokk.

Blokk	Batch	Vekt (g)	Titr (ml)	%TN	Gj. snitt % TN	% protein
1	Kontroll	0,500	3,102	0,434	0,434	2,77
	Kontroll	0,507	3,137	0,433		
	Kontroll	0,502	3,117	0,435		
	0,5 % KMP	0,500	3,503	0,490	0,490	3,13
	0,5 % KMP	0,500	3,493	0,489		
	0,5 % KMP	0,500	3,505	0,491		
	1,0 % KMP	0,504	3,972	0,552	0,552	3,52
	1,0 % KMP	0,502	3,969	0,553		
	1,0 % KMP	0,503	3,962	0,551		
	0,5 % SMP	0,505	3,645	0,505	0,505	3,22
	0,5 % SMP	0,509	3,687	0,507		
	0,5 % SMP	0,502	3,596	0,501		
	1,0 % SMP	0,508	4,026	0,555	0,557	3,55
	1,0 % SMP	0,507	4,036	0,557		
	1,0 % SMP	0,503	4,014	0,559		
2	Kontroll	0,500	3,282	0,459	0,456	2,91
	Kontroll	0,502	3,255	0,454		
	Kontroll	0,500	3,250	0,455		
	0,5 % KMP	0,506	3,811	0,527	0,529	3,37
	0,5 % KMP	0,501	3,798	0,531		
	0,5 % KMP	0,504	3,803	0,528		
	1,0 % KMP	0,505	4,195	0,581	0,578	3,69
	1,0 % KMP	0,506	4,298	0,595		
	1,0 % KMP	0,500	3,982	0,557		
	0,5 % SMP	0,505	3,811	0,528	0,530	3,38
	0,5 % SMP	0,509	3,846	0,529		
	0,5 % SMP	0,509	3,883	0,534		
	1,0 % SMP	0,503	3,997	0,556	0,582	3,72
	1,0 % SMP	0,505	4,295	0,595		
	1,0 % SMP	0,504	4,288	0,596		
3	Kontroll	0,509	2,999	0,412	0,416	2,66
	Kontroll	0,502	2,987	0,416		
	Kontroll	0,502	3,009	0,420		
	0,5 % KMP	0,502	3,517	0,490	0,484	3,09
	0,5 % KMP	0,501	3,449	0,482		
	0,5 % KMP	0,500	3,426	0,480		
	1,0 % KMP	0,509	4,014	0,552	0,553	3,53
	1,0 % KMP	0,501	3,967	0,554		
	1,0 % KMP	0,504	3,972	0,552		
	0,5 % SMP	0,509	3,601	0,495	0,491	3,14
	0,5 % SMP	0,508	3,544	0,488		
	0,5 % SMP	0,507	3,554	0,491		
	1,0 % SMP	0,508	4,050	0,558	0,555	3,54
	1,0 % SMP	0,500	3,977	0,557		
	1,0 % SMP	0,505	3,977	0,551		

## Vedlegg 8. Formel for utregning av tørrstoffinnholdet (%) i rømmebasene

**Beregning av % tørrstoff (TS) gitt i IDF Standard 21B:1987:**

$$\% TS = \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1} * 100$$

$m_1$ : Vekt av prøveskål

$m_2$ : Vekt av prøveskål med prøve

$m_3$ : Vekt av prøveskål med prøve etter tørking



## Vedlegg 9. Tørrstoffinnholdet i rømmebasene

Tørrstoffinnholdet i batchene ved hver blokk ble funnet ved hjelp av IDF Standard 21B:1987, der mengden tørrstoff ble bestemt ved hjelp av formelen som vises i Vedlegg 8. Tallmaterialet og de endelige resultatet vises i Tabell 9.1.

Tabell 9.1. Tørrstoffinnholdet i hver batch målt tre ganger for hver blokk.

Blokk	Batch	Vekt skål (g)	Vekt prøve (g)	Vekt prøve m/skål (g)	Vekt tørr prøve m/skål (g)	% Tørrstoff	Gj. snitt % tørrstoff
1	Kontroll	2,15	2,03	4,19	2,68	26,13	26,15
	Kontroll	2,14	2,01	4,15	2,67	26,16	
	Kontroll	2,13	2,03	4,17	2,67	26,16	
	0,5 % KMP	2,15	2,01	4,16	2,70	27,31	27,10
	0,5 % KMP	2,15	2,00	4,15	2,69	27,02	
	0,5 % KMP	2,16	2,00	4,16	2,70	26,96	
	1,0 % KMP	2,14	2,01	4,15	2,69	27,37	27,61
	1,0 % KMP	2,14	2,04	4,18	2,70	27,54	
	1,0 % KMP	2,15	2,02	4,17	2,71	27,92	
	0,5 % SMP	2,15	2,09	4,24	2,71	26,70	27,29
	0,5 % SMP	2,15	2,03	4,17	2,71	27,68	
	0,5 % SMP	2,12	2,03	4,15	2,68	27,51	
	1,0 % SMP	2,15	2,01	4,16	2,70	27,38	27,73
	1,0 % SMP	2,13	2,09	4,22	2,71	27,56	
	1,0 % SMP	2,14	2,00	4,14	2,70	28,26	
2	Kontroll	2,14	2,01	4,15	2,68	26,91	26,60
	Kontroll	2,17	2,01	4,17	2,69	26,08	
	Kontroll	2,13	2,00	4,14	2,67	26,81	
	0,5 % KMP	2,16	2,00	4,16	2,70	27,23	27,20
	0,5 % KMP	2,16	2,00	4,16	2,70	27,00	
	0,5 % KMP	2,16	2,00	4,16	2,71	27,36	
	1,0 % KMP	2,14	2,03	4,16	2,70	27,65	27,66
	1,0 % KMP	2,16	2,02	4,19	2,72	27,64	
	1,0 % KMP	2,15	2,01	4,16	2,70	27,69	
	0,5 % SMP	2,14	2,04	4,19	2,71	27,71	27,70
	0,5 % SMP	2,15	2,04	4,18	2,71	27,68	
	0,5 % SMP	2,12	2,02	4,14	2,68	27,72	
	1,0 % SMP	2,16	2,02	4,18	2,74	28,62	28,17
	1,0 % SMP	2,13	2,01	4,14	2,69	27,97	
	1,0 % SMP	2,14	2,02	4,16	2,71	27,92	
3	Kontroll	2,16	2,00	4,17	2,68	25,77	26,21
	Kontroll	2,16	2,02	4,17	2,69	26,48	
	Kontroll	2,14	2,01	4,15	2,67	26,37	
	0,5 % KMP	2,14	2,00	4,14	2,67	26,60	26,85
	0,5 % KMP	2,13	2,04	4,16	2,68	26,89	
	0,5 % KMP	2,16	2,01	4,16	2,70	27,07	
	1,0 % KMP	2,14	2,00	4,14	2,70	27,83	27,60
	1,0 % KMP	2,15	2,03	4,18	2,70	27,02	
	1,0 % KMP	2,14	2,01	4,15	2,70	27,97	
	0,5 % SMP	2,14	2,06	4,20	2,69	26,83	27,23
	0,5 % SMP	2,15	2,01	4,16	2,71	28,07	
	0,5 % SMP	2,16	2,02	4,18	2,70	26,80	
	1,0 % SMP	2,15	2,04	4,18	2,72	28,26	28,01
	1,0 % SMP	2,15	2,03	4,18	2,72	28,30	
	1,0 % SMP	2,15	2,08	4,23	2,72	27,47	

## Vedlegg 10. pH-verdiene under fermenteringen av rømme

Under syrningen rømme ble pH målt etter 20 timer ved hjelp av pH-meteret PHM210 MeterLab (Radiometer, København, Danmark). pH-verdiene vises i Tabell 10.1 og Tabell 10.2.

Tabell 10.1 Rømme fremstilt med syrekulturen XT-313 pH-verdier etter 20 t til 26 t for hver blokk.

Blokk	Prøve	Timer (t)					
		20	21	22	23	24	25
1	P	4,59	4,54	4,53	4,5		
	KaP	4,55	4,55	4,52	4,5		
	KbP	4,62	4,61	4,6	4,55	4,52	4,5
	SaP	4,58	4,57	4,56	4,55	4,51	4,5
	SbP	4,57	4,57	4,56	4,54	4,51	4,5
2	P	4,62	4,53	4,5			
	KaP	4,72	4,6	4,56	4,54	4,52	4,5
	KbP	4,66	4,59	4,56	4,52	4,5	
	SaP	4,67	4,6	4,58	4,55	4,53	4,5
	SbP	4,7	4,61	4,59	4,58	4,52	4,5
3	P	4,54	4,54	4,5			
	KaP	4,66	4,62	4,57	4,57	4,5	
	KbP	4,72	4,67	4,63	4,63	4,55	4,5
	SaP	4,69	4,66	4,63	4,6	4,55	4,5
	SbP	4,72	4,71	4,64	4,6	4,56	4,51

Tabell 10.2 Rømme fremstilt med syrekulturen XT-313 pH-verdier etter 20 t til 26 t for hver blokk.

Blokk	Prøve	Time (t)						
		20	21	22	23	24	25	26
1	P	4,75	4,69	4,57	4,54	4,54	4,54	4,54
	KaP	4,79	4,77	4,63	4,59	4,58	4,58	4,57
	KbP	4,72	4,69	4,61	4,59	4,59	4,59	4,58
	SaP	4,76	4,73	4,63	4,61	4,6	4,58	4,57
	SbP	4,82	4,8	4,67	4,61	4,61	4,59	4,59
2	P	4,69	4,58	4,57	4,56	4,56	4,52	4,51
	KaP	4,69	4,67	4,6	4,59	4,59	4,57	4,54
	KbP	4,7	4,65	4,61	4,6	4,6	4,58	4,56
	SaP	4,7	4,66	4,61	4,6	4,59	4,56	4,56
	SbP	4,73	4,68	4,62	4,61	4,6	4,6	4,58
3	P	4,74	4,73	4,62	4,6	4,57	4,56	4,54
	KaP	5,02	4,98	4,93	4,83	4,7	4,63	4,61
	KbP	5,4	5,27	4,98	4,81	4,73	4,73	4,72
	SaP	4,84	4,77	4,69	4,64	4,6	4,59	4,58
	SbP	4,95	4,86	4,73	4,69	4,63	4,61	4,6

## Vedlegg 11. Gel styrken til rømme

Måling av gelstyrken (G) ble gjennomført ved hjelp av instrumentet TA.HD Plus Texture Analyzer (Stable Micro Systems, Surrey, Storbritannia), hvor det ble utført tre paralleller på hver rømme ved hver blokk. Resultatene fra programmet vises i Tabell 11.1.

Tabell 11.1. Gelstyrken til rømme (G) utført ved tre paralleller ved hver blokk målt ved hjelp av TA.HD Plus Texture Analyzer.

		Parallell			Gjennomsnitt
		1	2	3	
<b>Q-meieriene Lett Rømme</b>	<i>Blokk 1</i>	52,63	53,64	52,07	52,78
<b>Q-meieriene Lett Rømme</b>	<i>Blokk 2</i>	57,75	58,82	57,51	58,02
<b>Q-meieriene Lett Rømme</b>	<i>Blokk 3</i>	78,60	78,12	76,35	77,69
<b>TINE Lett Rømme</b>	<i>Blokk 1</i>	12,36	10,04	13,13	11,84
<b>TINE Lett Rømme</b>	<i>Blokk 2</i>	29,21	26,85	27,06	27,71
<b>TINE Lett Rømme</b>	<i>Blokk 3</i>	25,85	28,89	25,78	26,84
<b>TINE Lett Crème Fraiche</b>	<i>Blokk 1</i>	32,90	32,60	29,71	31,74
<b>TINE Lett Crème Fraiche</b>	<i>Blokk 2</i>	41,27	42,14	40,61	41,34
<b>TINE Lett Crème Fraiche</b>	<i>Blokk 3</i>	40,83	43,84	43,11	42,59
<b>X</b>	<i>Blokk 1</i>	49,44	49,37	48,10	48,97
<b>X</b>	<i>Blokk 2</i>	54,99	53,28	53,72	54,00
<b>X</b>	<i>Blokk 3</i>	46,32	46,58	46,13	46,34
<b>KaX</b>	<i>Blokk 1</i>	42,46	41,47	41,71	41,88
<b>KaX</b>	<i>Blokk 2</i>	50,48	51,04	52,61	51,38
<b>KaX</b>	<i>Blokk 3</i>	49,45	50,06	51,29	50,27
<b>KbX</b>	<i>Blokk 1</i>	52,65	53,48	50,83	52,32
<b>KbX</b>	<i>Blokk 2</i>	55,60	54,97	54,78	55,11
<b>KbX</b>	<i>Blokk 3</i>	46,85	46,87	47,74	47,15
<b>SaX</b>	<i>Blokk 1</i>	52,28	52,28	52,59	52,39
<b>SaX</b>	<i>Blokk 2</i>	50,33	48,78	49,51	49,54
<b>SaX</b>	<i>Blokk 3</i>	52,51	53,74	52,43	52,89
<b>SbX</b>	<i>Blokk 1</i>	51,75	54,27	52,87	52,96
<b>SbX</b>	<i>Blokk 2</i>	62,09	62,13	61,66	61,96
<b>SbX</b>	<i>Blokk 3</i>	50,56	50,03	50,07	50,22
<b>P</b>	<i>Blokk 1</i>	47,26	48,18	48,33	47,92
<b>P</b>	<i>Blokk 2</i>	56,07	55,27	55,63	55,65
<b>P</b>	<i>Blokk 3</i>	47,88	48,21	46,69	47,59
<b>KaP</b>	<i>Blokk 1</i>	47,55	47,95	47,85	47,79
<b>KaP</b>	<i>Blokk 2</i>	48,06	48,53	48,45	48,34
<b>KaP</b>	<i>Blokk 3</i>	49,51	50,65	50,10	50,09
<b>KbP</b>	<i>Blokk 1</i>	47,94	47,89	47,65	47,82
<b>KbP</b>	<i>Blokk 2</i>	50,54	51,55	49,87	50,65
<b>KbP</b>	<i>Blokk 3</i>	49,66	49,93	49,95	49,85
<b>SaP</b>	<i>Blokk 1</i>	49,54	50,36	50,24	50,05
<b>SaP</b>	<i>Blokk 2</i>	46,97	47,26	48,08	47,44
<b>SaP</b>	<i>Blokk 3</i>	50,67	50,01	50,35	50,35
<b>SbP</b>	<i>Blokk 1</i>	47,77	48,61	47,74	48,04
<b>SbP</b>	<i>Blokk 2</i>	58,49	59,23	59,36	59,02
<b>SbP</b>	<i>Blokk 3</i>	48,94	48,22	48,63	48,59

## Vedlegg 12. Klebrigheten til rømme

Måling av klebrigheten (G) ble gjennomført ved hjelp av instrumentet TA.HD Plus Texture Analyser (Stable Micro Systems, Surrey, Storbritannia), hvor det ble utført tre paralleller på hver rømme ved hver blokk. Klebrigheten er representert som negativ verdi og resultatene vises i Tabell 11.1.

Tabell 12.1. Gelstyrken til rømme (G) utført ved tre paralleller ved hver blokk målt ved hjelp av TA.HD Plus Texture Analyser.

		Parallell			Gjennomsnitt
		1	2	3	
<i>Q-meieriene Lett Rømme</i>	<i>Blokk 1</i>	-23,863	-24,24	-23,31	-23,81
<i>Q-meieriene Lett Rømme</i>	<i>Blokk 2</i>	-29,244	-34,03	-26,93	-30,07
<i>Q-meieriene Lett Rømme</i>	<i>Blokk 3</i>	-39,89	-40,37	-44,55	-41,60
<i>TINE Lett Rømme</i>	<i>Blokk 1</i>	-4,558	-6,614	-4,43	-5,20
<i>TINE Lett Rømme</i>	<i>Blokk 2</i>	-21,225	-20,402	-21,92	-21,18
<i>TINE Lett Rømme</i>	<i>Blokk 3</i>	-18,015	-20,436	-16,37	-18,27
<i>TINE Lett Crème Fraiche</i>	<i>Blokk 1</i>	-23,6	-23,406	-20,58	-22,53
<i>TINE Lett Crème Fraiche</i>	<i>Blokk 2</i>	-27,439	-28,775	-27,96	-28,06
<i>TINE Lett Crème Fraiche</i>	<i>Blokk 3</i>	-27,462	-29,244	-28,27	-28,33
<i>X</i>	<i>Blokk 1</i>	-27,312	-28,5	-26,73	-27,51
<i>X</i>	<i>Blokk 2</i>	-30,614	-32,831	-29,55	-31,00
<i>X</i>	<i>Blokk 3</i>	-26,685	-21,75	-23,91	-24,11
<i>KaX</i>	<i>Blokk 1</i>	-32,133	-33,526	-33,69	-33,12
<i>KaX</i>	<i>Blokk 2</i>	-30,352	-22,161	-29,84	-26,26
<i>KaX</i>	<i>Blokk 3</i>	-23,84	-31,654	-33,16	-29,55
<i>KbX</i>	<i>Blokk 1</i>	-28,112	-26,307	-24,37	-26,26
<i>KbX</i>	<i>Blokk 2</i>	-37,914	-28,467	-37,09	-34,49
<i>KbX</i>	<i>Blokk 3</i>	-33,31	-33,356	-31,35	-32,67
<i>SaX</i>	<i>Blokk 1</i>	-26,467	-31,71	-32,02	-30,07
<i>SaX</i>	<i>Blokk 2</i>	-24,891	-22,698	-24,22	-23,94
<i>SaX</i>	<i>Blokk 3</i>	-29,609	-33,767	-23,96	-29,11
<i>SbX</i>	<i>Blokk 1</i>	-26,113	-34,566	-34,57	-31,75
<i>SbX</i>	<i>Blokk 2</i>	-33,185	-38,668	-39,46	-37,10
<i>SbX</i>	<i>Blokk 3</i>	-32,899	-22,984	-22,96	-26,28
<i>P</i>	<i>Blokk 1</i>	-21,955	-25,987	-26,00	-24,65
<i>P</i>	<i>Blokk 2</i>	-35,275	-33,219	-31,57	-33,36
<i>P</i>	<i>Blokk 3</i>	-29,735	-28,947	-28,91	-29,20
<i>KaP</i>	<i>Blokk 1</i>	-25,508	-23,897	-23,59	-24,33
<i>KaP</i>	<i>Blokk 2</i>	-22,995	-23,152	-21,92	-22,69
<i>KaP</i>	<i>Blokk 3</i>	-27,747	-25,714	-26,74	-26,73
<i>KbP</i>	<i>Blokk 1</i>	-30,18	-35,869	-29,98	-32,01
<i>KbP</i>	<i>Blokk 2</i>	-31,299	-33,185	-32,00	-32,16
<i>KbP</i>	<i>Blokk 3</i>	-31,803	-31,974	-32,10	-31,96
<i>SaP</i>	<i>Blokk 1</i>	-22,743	-31,253	-23,65	-25,88
<i>SaP</i>	<i>Blokk 2</i>	-27,804	-21,247	-22,32	-23,79
<i>SaP</i>	<i>Blokk 3</i>	-34,236	-32,922	-34,98	-34,05
<i>SbP</i>	<i>Blokk 1</i>	-23,394	-25,85	-31,05	-26,76
<i>SbP</i>	<i>Blokk 2</i>	-31,448	-39,879	-38,58	-36,63
<i>SbP</i>	<i>Blokk 3</i>	-33,402	-35,081	-35,31	-34,60

## Vedlegg 13. Viskositeten til rømme ved økende skjærhastigheten fra 2 - 100 1/s.

Viskositeten til rømme ble målt ved hjelp av rotasjonsanalyse ved bruk av Reometeret Physica MCR 301 (Anton Paar, Østerrike), der viskositet (Pa·s) og skjærspenning (Pa) ble analysert som en funksjon av økende skjærhastighet (1/s). Resultatene for viskositeten ved en økende skjærhastighet fra 2 til 100 1/s vises i Tabell 13.1.

Tabell 13.1. Viskositeten til rømme (Pa·s) gitt ved skjærhastighet fra 2 til 100 1/s.

Skjærhastighet [1/s]	TINE LR	Q LR	TINE LCF	X	SaX	SbX	KaX	KbX	P	SaP	SbP	KaP	KbP
2	15,68	17,95	47,12	8,01	11,89	15,92	12,61	14,07	6,95	10,64	15,13	12,89	15,68
5,5	8,10	9,76	21,92	5,20	7,18	8,60	7,52	7,87	4,63	6,39	8,37	7,24	8,10
8,99	6,29	8,54	17,05	4,34	5,44	6,82	5,61	6,17	3,80	5,02	6,24	5,72	6,29
12,5	5,60	7,37	14,83	3,82	4,75	5,98	5,09	5,33	3,49	4,22	5,75	4,93	5,60
16	4,99	6,06	12,48	3,56	4,43	5,62	4,74	4,95	3,31	3,97	5,42	4,59	4,99
19,5	4,59	5,02	10,41	3,40	4,10	5,33	4,43	4,74	3,09	3,83	5,07	4,40	4,59
23	4,19	4,21	8,81	3,22	3,94	5,08	4,26	4,45	2,96	3,59	4,84	4,22	4,19
26,5	3,90	3,58	7,61	3,06	3,76	4,88	4,12	4,30	2,86	3,49	4,68	4,05	3,90
30	3,63	3,09	6,66	2,93	3,62	4,64	3,98	4,14	2,75	3,37	4,49	3,91	3,63
33,5	3,41	2,69	5,89	2,78	3,50	4,42	3,83	4,00	2,64	3,29	4,29	3,76	3,41
37	3,23	2,38	5,24	2,63	3,38	4,19	3,64	3,85	2,52	3,20	4,06	3,59	3,23
40,5	3,05	2,12	4,70	2,48	3,26	3,95	3,45	3,67	2,38	3,08	3,84	3,40	3,05
44	2,86	1,91	4,25	2,33	3,11	3,71	3,22	3,48	2,24	2,97	3,60	3,21	2,86
47,5	2,68	1,72	3,86	2,18	2,96	3,46	3,01	3,28	2,11	2,83	3,38	3,01	2,68
51	2,51	1,57	3,52	2,03	2,79	3,23	2,80	3,06	1,98	2,68	3,17	2,81	2,51
54,5	2,33	1,44	3,23	1,88	2,62	3,01	2,60	2,85	1,86	2,53	2,96	2,62	2,33
58	2,19	1,33	2,98	1,74	2,45	2,81	2,41	2,65	1,73	2,38	2,78	2,43	2,19
61,5	2,04	1,24	2,76	1,62	2,28	2,62	2,23	2,45	1,61	2,22	2,59	2,27	2,04
65	1,90	1,15	2,57	1,50	2,12	2,44	2,08	2,27	1,50	2,07	2,42	2,11	1,90
68,5	1,78	1,08	2,40	1,39	1,97	2,28	1,94	2,11	1,41	1,93	2,27	1,96	1,78
72	1,66	1,01	2,26	1,30	1,83	2,13	1,81	1,97	1,31	1,80	2,13	1,83	1,66
75,5	1,55	0,95	2,12	1,23	1,71	2,00	1,71	1,85	1,23	1,68	2,00	1,72	1,55
79	1,46	0,90	2,00	1,16	1,60	1,88	1,62	1,74	1,16	1,57	1,88	1,62	1,46
82,5	1,37	0,85	1,90	1,11	1,51	1,78	1,54	1,65	1,11	1,48	1,78	1,54	1,37
86	1,30	0,81	1,80	1,06	1,44	1,69	1,47	1,57	1,06	1,41	1,68	1,47	1,30
89,5	1,24	0,77	1,72	1,02	1,37	1,62	1,41	1,50	1,01	1,34	1,61	1,40	1,24
93	1,19	0,73	1,64	0,98	1,32	1,55	1,36	1,44	0,98	1,29	1,54	1,35	1,19
96,5	1,14	0,70	1,57	0,95	1,27	1,49	1,31	1,39	0,94	1,23	1,47	1,30	1,14
100	1,10	0,66	1,50	0,91	1,22	1,43	1,27	1,34	0,91	1,19	1,42	1,25	1,10

## Vedlegg 14. Sensoriske evaluering av rømme

Sensorisk evaluering av rømme ble utført ved hver blokk av seks dommere på 11 egenskaper og en helhetsvurdering på slutten. Egenskapene ble vurdert fra 1 til 5, der 1 var lav intensitet og 5 var høy intensitet. Gjennomsnittet av dommerens bedømmelse vises Tabell 14.1 og Tabell 14.2.

Tabell 14.1. Sensorisk bedømmelse av rømme utført av seks dommere.<sup>1</sup>

Blokk	Prøve	UTSEENDE				
		Blank	Myseutskillelse	Viskositet	Fnokker	Trådtrekkende
1	Q LR	3,83	1,00	3,17	2,00	1,50
	TINE LR	4,67	1,00	3,00	1,83	2,00
	TINE LCF	4,67	1,00	4,33	2,00	1,33
	X	4,33	1,17	3,33	1,50	1,67
	KaX	4,83	1,17	4,33	1,50	2,00
	KbX	4,50	1,00	4,50	1,83	1,33
	SaX	4,83	1,00	4,17	1,50	2,50
	SbX	4,33	1,17	4,17	1,67	2,00
	P	5,00	1,00	3,83	1,50	1,83
	KaP	4,50	1,00	4,17	1,67	1,83
	KbP	4,67	1,00	4,00	1,33	1,83
	SaP	4,50	1,50	4,17	1,50	1,50
SbP	4,67	1,00	4,17	1,67	1,67	
2	Q LR	3,67	1,33	4,50	3,17	1,00
	TINE LR	5,00	1,00	3,00	1,50	2,17
	TINE LCF	3,33	1,00	4,67	1,17	1,33
	X	3,17	1,00	3,83	1,33	1,83
	KaX	5,00	1,00	4,50	1,33	1,33
	KbX	4,83	1,00	4,67	1,50	1,50
	SaX	5,00	1,17	3,80	1,17	1,83
	SbX	5,00	1,00	4,67	1,50	1,17
	P	4,83	1,00	3,67	1,17	2,17
	KaP	5,00	1,00	4,17	1,17	1,67
	KbP	5,00	1,00	4,50	1,17	1,50
	SaP	5,00	1,00	4,33	1,20	1,67
SbP	4,83	1,17	4,17	1,17	1,50	
3	Q LR	4,50	1,00	3,33	2,67	1,83
	TINE LR	5,00	1,00	2,83	2,17	2,00
	TINE LCF	3,83	1,00	4,67	1,00	1,00
	X	5,00	1,00	3,50	1,00	2,00
	KaX	4,83	1,00	4,00	1,17	1,67
	KbX	5,00	1,00	4,00	1,50	1,67
	SaX	5,00	1,00	3,83	1,33	1,83
	SbX	5,00	1,00	4,33	1,00	1,67
	P	4,67	1,00	3,33	1,33	1,67
	KaP	4,67	1,00	4,00	1,50	1,67
	KbP	5,00	1,00	4,00	1,00	1,17
	SaP	5,00	1,00	3,67	1,17	1,67
SbP	4,83	1,00	3,83	1,33	1,67	

<sup>1</sup>Tallmaterialet er gjennomsnittsverdier av alle blokkene.

Tabell 134.2 Sensorisk bedømmelse av rømme utført av seks dommere.<sup>1</sup>

Blokk	Prøve	Munnfølelse og smak						Helhetsvurdering
		Grynet	Kremet	Rømmesmak	Syrlighet	Besk smak	Bi smak	
1	Q LR	4,83	3,67	3,00	3,17	1,00	1,00	4,2
	TINE LR	4,83	3,50	3,33	3,17	1,00	1,00	4,3
	TINE LCF	3,83	3,50	2,33	2,83	1,00	1,67	3,2
	X	4,83	3,50	2,67	3,50	1,00	1,17	3,3
	KaX	4,67	4,33	3,33	3,33	1,00	1,17	4,2
	KbX	4,33	4,33	3,67	3,50	1,00	1,33	3,5
	SaX	4,83	3,67	3,00	3,33	1,00	1,00	3,7
	SbX	5,00	4,00	2,83	3,17	1,17	1,17	3,3
	P	5,00	3,33	3,00	3,17	1,00	1,17	4,0
	KaP	4,83	3,67	3,33	3,50	1,00	1,17	4,0
	KbP	4,67	3,67	3,50	3,17	1,33	1,67	3,8
	SaP	4,83	4,00	3,00	3,17	1,17	1,33	3,5
	SbP	4,83	4,00	3,33	3,50	1,17	1,33	3,5
2	Q LR	4,2	3,67	3,83	3,50	1,00	1,00	4,0
	TINE LR	5,0	4,17	3,67	3,00	1,00	1,33	4,3
	TINE LCF	4,17	4,50	3,17	3,17	1,00	1,17	3,8
	X	4,50	3,67	3,50	4,00	1,00	1,17	4,0
	KaX	4,83	4,50	3,33	3,33	1,00	1,00	4,0
	KbX	5,00	4,50	3,83	3,67	1,00	1,00	4,0
	SaX	5,00	4,17	3,83	3,67	1,00	1,00	4,3
	SbX	4,83	4,33	3,33	3,83	1,00	1,33	3,7
	P	4,83	3,17	3,17	3,83	1,00	1,17	3,5
	KaP	5,00	4,67	3,67	3,67	1,00	1,00	4,3
	KbP	5,00	4,33	3,50	3,83	1,00	1,17	4,3
	SaP	5,00	4,17	3,33	3,83	1,00	1,17	3,8
	SbP	4,67	4,33	3,50	3,67	1,00	1,83	3,0
3	Q LR	4,67	3,50	3,50	3,33	1,00	1,00	3,83
	TINE LR	4,67	4,00	3,33	3,00	1,00	1,00	3,33
	TINE LCF	4,00	3,67	2,50	3,17	1,00	1,50	3,00
	X	5,00	3,17	3,50	3,50	1,00	1,33	3,67
	KaX	4,83	4,33	4,00	3,50	1,17	1,17	3,50
	KbX	5,00	3,67	3,67	3,33	1,00	1,33	3,50
	SaX	4,83	3,67	3,50	3,67	1,00	1,00	4,33
	SbX	5,00	4,33	4,00	3,50	1,00	1,00	4,17
	P	5,00	3,17	2,83	3,50	1,50	1,50	3,00
	KaP	5,00	4,00	3,17	3,17	1,00	1,17	3,50
	KbP	5,00	4,00	3,83	3,67	1,00	1,00	4,08
	SaP	5,00	3,80	3,33	3,50	1,17	1,50	3,67
	SbP	5,00	3,83	3,60	3,67	1,00	1,67	3,33

<sup>1</sup>Tallmaterialet er gjennomsnittsverdier av alle blokkene.

## Vedlegg 15. R Commander output ved ANOVA analyse

Output:

Call:

```
lm(formula = SA.Viskositet ~ Proteintilsetning, data = romme)
```

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.42528	-0.24500	-0.00014	0.23722	0.42500

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
(Intercept)	3.97435	0.04972	79.937	< 2e-16 ***
Proteintilsetning1	0.27065	0.06577	4.115	0.000326 ***
Proteintilsetning2	0.12093	0.06577	1.839	0.077003 .

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

s: 0.2583 on 27 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.4984,

Adjusted R-squared: 0.4612

F-statistic: 13.41 on 2 and 27 DF, p-value: 0.00009015

```
> Anova(LinearModel.78, type="II")
```

Anova Table (Type II tests)

Response: SA.Viskositet

	Sum Sq	Df	F value	Pr(>F)
Proteintilsetning	1.7905	2	13.413	0.00009015 ***
Residuals	1.8020	27		

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1



## Vedlegg 16. R commander output ved Tukey's (HSD) parvis analyse

### Output:

Simultaneous Confidence Intervals and Tests for General Linear Hypotheses  
Multiple Comparisons of Means: Tukey Contrasts

Fit: lm(formula = SA.Viskositet ~ Proteintilsetning, data = romme)

Quantile = 2.4794

Minimum significant difference = 0.302

95% confidence level

Linear Hypotheses:

	Lower	Center	Upper	Std.Err	t value	P(>t)
E-H	-0.1522	0.1497	0.4517	0.1218	1.229	0.446600
E-N	0.3603	0.6622	0.9642	0.1218	5.438	0.0000274 ***
H-N	0.2105	0.5125	0.8145	0.1218	4.208	0.000722 ***

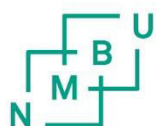
---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Adjusted p values reported -- single-step method)







**Norges miljø- og biovitenskapelige universitet**  
Noregs miljø- og biovitenskapelige universitet  
Norwegian University of Life Sciences

Postboks 5003  
NO-1432 Ås  
Norway